

PCT
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE--
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



(51) Internationale Patentklassifikation 7 : E05B 49/00	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/12848 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 9. März 2000 (09.03.00)
---	-----------	---

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/06072

(22) Internationales Anmeldedatum: 19. August 1999 (19.08.99)

(30) Prioritätsdaten:
198 39 696.1 1. September 1998 (01.09.98) DE
198 39 695.3 1. September 1998 (01.09.98) DE
199 26 234.9 10. Juni 1999 (10.06.99) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US):
LEOPOLD KOSTAL GMBH & CO. KG [DE/DE];
Wiesenstrasse 47, D-58507 Lüdenscheid (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KRAMER, Detlev [DE/DE];
Am Kuckuck 4, D-58239 Schwerte (DE). PRETZLAFF,
Volker [DE/DE]; Kurze Egge 32, D-58638 Iserlohn (DE).
VENS, Rainer [DE/DE]; Zwickauer Strasse 15, D-44139
Dortmund (DE). VOGELS, Paul [DE/DE]; Dickhofskamp
26, D-44227 Dortmund (DE). FROMM, Michael [DE/DE];
Lavendelweg 23, D-44289 Dortmund (DE). WOLF, Dirk
[DE/DE]; Am Winterberg 11, D-44263 Dortmund (DE).
RAAB, Peter [DE/DE]; Pappelstrasse 76, D-58099 Hagen
(DE).

(74) Anwälte: SCHRÖTER, Martin usw.; Schröter & Haverkamp,
Im Tückwinkel 22, D-58636 Iserlohn (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB,
BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG,
MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE,
SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN,
YU, ZA, ZW, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD,
SL, SZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG,
KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH,
CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL,
PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht

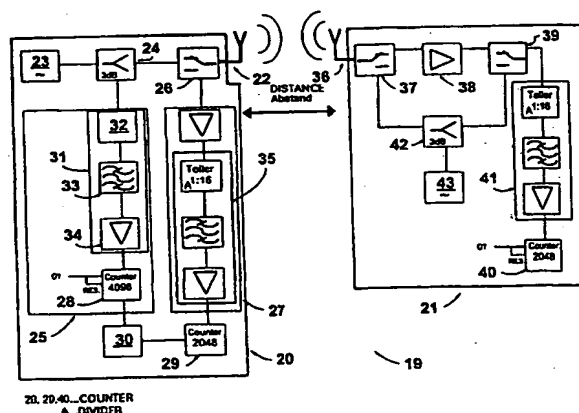
Mit internationalem Recherchenbericht.
Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen
eintreffen.

(54) Title: METHOD FOR CARRYING OUT A KEYLESS ACCESS AUTHORISATION CHECK AND KEYLESS ACCESS
AUTHORISATION CHECK DEVICE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM DURCHFÜHREN EINER SCHLÜSSELLOSEN ZUGANGSBERECHTIGUNGSKONTROLLE
SOWIE SCHLÜSSELLOSE ZUGANGSBERECHTIGUNGSKONTROLLEINRICHTUNG

(57) Abstract

The invention relates to a method for carrying out a keyless access authorisation check by means of wireless communication between a transceiver unit that is allocated to a base station and a mobile identification transmitter (ID transmitter), in order to check that the person carrying the ID transmitter is authorised to gain access. The inventive method comprises the following steps: A code signal is sent by the transceiver unit of the base station and is received by the ID transmitter; the ID transmitter performs an action which can be detected by the transceiver unit and which serves as a reply signal of the ID transmitter upon receipt of the code signal; and the action of the ID transmitter is detected and the distance between the base station and the ID transmitter determined. The determination of distance is based on a relative determination of the differences in a signal characteristic which correlates with the propagation time and which changes according to path, comparing a base station-end, monitored reference code signal and the reply signal received by the transceiver unit. The invention also relates to a device for carrying out the method.



(57) Zusammenfassung

Ein Verfahren zum Durchführen einer schlüssellosen Zugangsberechtigungskontrolle mit einer drahtlosen Kommunikation zwischen einer Basisstation zugeordneten Sende-Empfangseinheit und einem mobilen Identifikationsgeber (ID-Geber) zum Überprüfen der Zugangsberechtigung einer den ID-Geber mitführenden Person umfaßt ein Senden eines Codesignals durch die Sende-Empfangseinheit der Basisstation, ein Empfangen dieses Codesignals durch den ID-Geber, ein Durchführen einer von der Sende-Empfangseinheit detektierbaren und von dem ID-Geber ausgeführten Aktion als Antwortsignal des ID-Gebers auf den Empfang des Codesignals und ein Detektieren der Aktion des ID-Gebers und Bestimmen des Abstandes zwischen der Basisstation und dem ID-Geber, wobei die Abstandsbestimmung auf Grundlage einer Relativbestimmung erfolgt, bei der die Unterschiede einer mit der Signallaufzeit korrelierenden und sich wegababhängig ändernden Signalcharakteristik zwischen einem basisstationseitig überwachten Referenzcodesignal und dem von der Sende-Empfangseinheit empfangenen Antwortsignal ausgewertet werden. Ferner betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CJ	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Verfahren zum Durchführen einer schlüssellosen Zugangsberechtigungskontrolle sowie schlüssellose Zugangsberechtigungskontrolleinrichtung

Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet des Durchführens einer schlüssellosen Zugangsberechtigungskontrolle zum Überprüfen, ob beispielsweise eine Person berechtigt ist, eine bestimmte Handlung durchzuführen, wie etwa ein Kraftfahrzeug zu öffnen. Insbesondere betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Durchführen einer schlüssellosen Zugangsberechtigungskontrolle mit einer drahtlosen Kommunikation zwischen einer Basisstation zugeordneten Sende-Empfangseinheit und einem mobilen Identifikationsgeber (ID-Geber) zum Überprüfen der Zugangsberechtigung einer den ID-Geber mitführenden Person, umfassend:

- Senden eines Codesignals durch die Sende-Empfangseinheit der Basisstation,
- Empfangen dieses Codesignals durch den ID-Geber,
- Durchführen einer von der Sende-Empfangseinheit detektierbaren und von dem ID-Geber ausgeführten Aktion als Antwortsignal des ID-Geber auf den Empfang des Codesignals und
- Detektieren der Aktion des ID-Gebers und Bestimmen des Abstandes zwischen der Basisstation und dem ID-Geber.

Ferner betrifft die Erfindung eine schlüssellose Zugangsberechtigungskontrolleinrichtung mit einer Sende-Empfangseinheiten sowie ein Steuer- und Auswerteglied aufweisenden Basisstation und einem mobilen, eine Sende-Empfangseinheit aufweisenden Identifikationsgeber (ID-Geber) zum Überprüfen der Zugangsberechtigung einer den ID-Geber mitführenden Person, mit welcher Basisstation eine Abstandsermittlung zum Bestimmen des Abstandes von der Basisstation zum ID-Geber durchführbar ist.

Schlüssellose Schließsysteme werden bei zahlreichen Anwendungen, beispielsweise in Kraftfahrzeugen zur Erhöhung des Bedienkomforts eingesetzt. Herkömmlich werden als Fernbedienungssysteme Infrarotsysteme oder Funksysteme verwendet, bei denen der berechtigte Benutzer

aktiv den ID-Geber betätigt, um ein Signal an die Basisstation, beispielsweise an eine im Kraftfahrzeug vorgesehene Empfangseinheit zum Öffnen des Fahrzeuges zu übermitteln. Zur weiteren Erhöhung des Bedienkomforts ist man bei Kraftfahrzeugen inzwischen dazu übergegangen, 5 passive Zugangsberechtigungskontrollsysteme einzusetzen, so daß der berechnigte, einen gültigen ID-Geber mitführende Benutzer sein Kraftfahrzeug öffnen kann, ohne aktiv den ID-Geber betätigen zu müssen. Eine derartige schlüssellose Zugangsberechtigungskontrolleinrichtung ist beispielsweise in der DE 43 29 697 C2 beschrieben. Bei dem in diesem Do- 10 kument offenbarten Verfahren wird von einer im Kraftfahrzeug angeordneten Sende-Empfangseinheit ein Codesignal gesendet, welches von dem ID-Geber empfangen wird, wenn sich dieser im Empfangsbereich dieses Signals befindet. Daraufhin wird von dem ID-Geber als durch den Empfang des Codesignals ausgelöste Aktion ein Antwortsignal zurückge- 15 sendet, welches nach Empfang durch die kraftfahrzeugseitige Empfangseinheit auf seine Gültigkeit hin überprüft wird. Bei Empfang eines gültigen Antwortsignals wird kraftfahrzeugseitig die gewünschte Aktion ausgelöst, nämlich das Entriegeln der Kraftfahrzeugtüren. Problematisch ist bei diesem passiven System, daß die Funkstrecke zwischen der Basisstation 20 und dem ID-Geber mit einfachen Mitteln unbefugt und für den berechtigten Benutzer unbemerkbar verlängert werden kann. Auf diese Weise kann ein Unbefugter eine Funkverbindung zwischen der kraftfahrzeugseitigen Sende-Empfangseinheit und dem zum Öffnen berechtigten ID-Geber herstellen, auch wenn letzterer sich nicht im vorgesehenen Empfangsbereich 25 des Fragesignals befindet, und sich somit unbemerkt Zutritt zu dem Kraftfahrzeug verschaffen.

Diesem Problem begegnet der Gegenstand der DE 196 32 025 A1 dadurch, daß gemäß der in diesem Dokument beschriebenen schlüssellosen 30 Zugangsberechtigungskontrolleinrichtung eine Laufzeiterfassung bezüglich des gesendeten Frage- und des empfangenen Antwortsignals durchgeführt wird, bei der diejenige Zeitspanne ermittelt wird, die das gesendete Codesignal benötigt, um nach seinem Aussenden von einer Basisstation wiederum von dieser als Antwortsignal empfangen zu werden. Ist 35 die Übertragungsstrecke verlängert, dann ist das Zeitintervall von dem Senden des Codesignals bis zum Empfang des Antwortsignals naturgemäß größer als dasjenige, wenn sich der ID-Geber bestimmungsgemäß in

unmittelbarer Kraftfahrzeugnähe befindet und die zurückgelegte Funkstrecke entsprechend kurz ist. Überschreitet die erfaßte Signallaufzeit einen vorbestimmten Wert, erfolgt zum Verhindern eines unberechtigten Zutrittes eine Sperrung des Zugangsberechtigungskontrollverfahrens.

5 Zum Durchführen des in diesem Dokument beschriebenen Zugangsberechtigungskontrollverfahrens ist es notwendig, mit hoher Genauigkeit die Signallaufzeit zu erfassen. Die Kommunikation zwischen der Sende-
Empfangseinheit und dem mobilen ID-Geber ist üblicherweise auf einen
10 eng begrenzten Bereich um die Basisstation, bei Kraftfahrzeugen beispielsweise auf einen Bereich zwischen 5 und 10 Metern ausgelegt. Die Laufzeit eines ordnungsgemäß gesendeten und empfangenen Signals beträgt bei diesem Abstand zwischen 16,5 nsec und 33 nsec. Eine Erfassung derart kurzer Zeitspannen insbesondere in der gewünschten
15 Auflösung läßt sich nur mit einem nicht unbeträchtlichen Aufwand ermöglichen - einem Aufwand, der in zahlreichen Anwendungsfällen, beispielsweise bei einem Kraftfahrzeug, nicht vertretbar ist.

20 Ausgehend von dem zuletzt diskutierten Stand der Technik liegt der Erfindung zum einen die Aufgabe zugrunde, ein gattungsgemäßes Verfahren zum Durchführen einer schlüssellosen Zugangsberechtigungskontrolle vorzuschlagen, das nicht nur eine ausreichende Sicherheit im Hinblick auf die Möglichkeit einer Erkennung einer manipulierten Streckenverlängerung aufweist, sondern das ebenfalls mit einem Einsatz einfacher Mittel
25 realisierbar ist.

Ferner liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine gattungsgemäße schlüssellose Zugangsberechtigungskontrolleinrichtung vorzuschlagen, mit der unter Einsatz vertretbarer Mittel eine (manipulierte) Streckenverlängerung erkennbar ist.
30

Die verfahrensbezogene Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Abstandsbestimmung auf Grundlage einer Relativbestimmung erfolgt, bei der die Unterschiede einer mit der Signallaufzeit korrelierenden und sich wegabhängig ändernden Signalcharakteristik zwischen einem
35 basisstationseitig überwachten Referenzcodesignal und dem von der Sende-Empfangseinheit empfangenen Antwortsignal ausgewertet werden.

Die vorrichtungsbezogene Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 23 gelöst.

- 5 Der beanspruchten Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß mit hinreichender Auflösung eine Abstandsbestimmung auf indirektem Wege durch Erfassen einer mit der Laufzeit eines Signales korrelierenden Signalgröße unter Einsatz einfacher Mittel möglich ist. Diese Abstandsbestimmung erfolgt im Gegensatz zu dem vorbekannten Verfahren durch
- 10 eine Relativbestimmung, bei der basisstationseitig ein Referenzcodesignal im Hinblick auf die vorgesehene gesendete Signalcharakteristik überwacht wird und die Signalcharakteristik dieses Referenzcodesignales mit der Signalcharakteristik des von dem ID-Geber zurückgesendeten und von der Sende-Empfangseinheit empfangene Antwortsignales verglichen wird.
- 15 Die sich verglichen mit dem Referenzcodesignal wegababhängig ändernde Signalcharakteristik gibt dann im Vergleich mit derjenigen des Referenzcodesignales Aufschluß über die zurückgelegte Strecke des Codesignales und des Antwortsignales. Dabei kann vorgesehen sein, daß das Referenzcodesignal beispielsweise das gesendete Codesignal ist, welches über die Sendedauer des Codesignales hinaus durch die Basisstation überwacht wird. Die von dem ID-Geber ausgelöste Aktion, deren Detektion durch die Basisstation den Meßzeitraum begrenzt, kann beispielsweise das Zurücksenden des von dem ID-Geber empfangenen Codesignales sein. Die von dem ID-Geber ausgelöste Aktion kann auch eine andere von der Basisstation detektierbare Aktion sein, wie beispielsweise das Ausschalten eines Senders und somit die Detektion durch die Basisstation des Zeitpunktes, wann ein solcher Sender durch den ID-Geber ausgeschaltet worden ist. Der Hardwareeinsatz zum Durchführen einer solchen relativen Abstandsbestimmung ist verglichen mit dem zum
- 25 Durchführen einer absoluten Laufzeitmessung sehr gering. In Abhängigkeit von dem eingesetzten Verfahren können zahlreiche Auswerteschritte auch über eine Datenverarbeitung gelöst werden.
- 30

- Im Rahmen dieser Ausführungen und der Beschreibung der Erfindung
- 35 wird davon ausgegangen, daß entweder die Verzögerungszeiten durch die eingesetzten Schaltungsteile sehr gering gegenüber der eigentlichen Signallaufzeit oder aber bekannt sind, oder ermittelt und bei der Auswer-

tung berücksichtigt werden.

Zum Durchführen einer solchen relativen Abstandsbestimmung können unterschiedliche Signalcharakteristika herangezogen werden. Vorgesehen
5 sein kann beispielsweise eine basisstationseitige Schwingungszählung der Trägerwelle des gesendeten Codesignales über einen Zeitraum, bis beispielsweise ein Antwortsignal von der Sende-Empfangseinheit empfangen worden ist. Die an der Basisstation durchgeführte Schwingungszählung über die Zeitdauer bis zur Detektion der ausgeübten Aktion be-
10 spielsweise das Rücksenden des empfangenen Codesignales multipliziert mit der Periodenzeit der Trägerwelle ergibt die Laufzeit des Signals von der Basisstation zum ID-Geber und zurück. Der Abstand zwischen der Basisstation und dem ID-Geber errechnet sich dann aus der halben Signallaufzeit multipliziert mit der Lichtgeschwindigkeit. Daraus ergibt sich,
15 daß die Laufzeit nicht stufenlos, sondern in Vielfachen der Periodenzeit ermittelt werden kann. Bei Einsatz einer Trägerfrequenz von beispielsweise 100 MHz würde die resultierende Abstandsbestimmung zwischen der Basisstation und dem ID-Geber ein Auflösungsvermögen von etwa 1,5 m aufweisen. Bei Einsatz einer Trägerwelle in einem ISM-Band, etwa mit
20 einer Frequenz von 434 MHz, ist durch die entsprechend geringere Periodenzeit ein Auflösungsvermögen von etwa 0,35 m erreichbar.

Zur Verwirklichung des erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß dieser Ausgestaltung können die ohnehin zum Durchführen einer Berechtigungsabfrage eingesetzten elektronischen Bauelemente eingesetzt wer-
25 den. Zusätzlich erforderlich ist lediglich der Einsatz eines Zählgliedes, welches beispielsweise aus Logikgattern oder Flip-Flops aufgebaut sein kann. Eine Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist somit ohne großen zusätzlichen Aufwand möglich.

30 Zweckmäßigerweise erfolgt die drahtlose Kommunikation in einem Frequenzbereich, der einem ISM-Band angehört. Das Auflösungsvermögen der Abstandsbestimmung unter Einsatz einer solchen Frequenz ist erheblich höher als das bei Einsatz eines solchen Verfahrens zur schlüssellosen Zugangsberechtigungskontrolle bei einem Kraftfahrzeug benötigte. Das Auflösungsvermögen bei Einsatz eines solchen Verfahrens bei
35 Kraftfahrzeugen liegt in der Größenordnung von 5 bis 10 Metern. Durch

das geringere benötigte Auflösungsvermögen bei einem solchen Einsatz, verglichen mit dem möglichen Auflösungsvermögen, können die Anforderungen an das Zählglied dadurch verringert werden, daß nicht jede Schwingung, sondern nur jede x-te, etwa jede 2^x-te Schwingung gezählt wird. Eine solche selektive Schwingungszählung läßt sich beispielsweise durch Einsatz eines Frequenzteilers oder eines Frequenzmischers realisieren, so daß bei einem Teilungsverhältnis von 1 : 16 nur jede 16. Schwingung gezählt wird. Bei Einsatz einer Frequenz von 434 MHz und einem Teilungsverhältnis von 1 : 16 ergibt sich eine Zählfrequenz von 27,125 MHz und demzufolge ein Auflösungsvermögen von etwa 5,5 Metern - ein Auflösungsvermögen hinsichtlich der Abstandsbestimmung, das für einen Einsatz des Verfahrens bei Kraftfahrzeugen als ausreichend angesehen werden kann.

In einer Weiterbildung dieses Ausführungsbeispiels ist vorgesehen, daß in einem ersten Schritt zur Abstandsbestimmung durch die Sende-Empfangseinheit der Basisstation ein Befehl SENDER ID-GEBER EIN gesendet wird. Aufgrund dieses Befehles schaltet sich im ID-Geber ein Sender ein, um auf einer ersten Frequenz zu senden. Nach einer vorbestimmten Zeitspanne, die ausreichend lang bemessen ist, daß der ID-geberseitige Sender eingeschwungen ist, wird durch die Sende-Empfangseinheit der Basisstation auf einer zweiten Frequenz ein Codesignal gesendet. Dieses Codesignal ist der Befehl SENDER ID-GEBER AUS. Gleichzeitig mit der Befehlsaussendung wird die Schwingungszählung der Trägerwelle dieses Sendesignals gestartet. Zuvor ist auch der Empfangskanal der Sende-Empfangseinheit auf der ersten Frequenz freigeschaltet, so daß das von dem ID-Geber gesendete Signal empfangbar ist. Gestoppt wird die Schwingungszählung, wenn durch die Sende-Empfangseinheit der Basisstation kein Sendesignal des ID-Gebers mehr detektierbar ist. Die Schwingungszählung ist somit für eine Zeitspanne erfolgt, die die Laufzeit des Codesignals von der Basisstation zum ID-Geber und zurück benötigt hat. Das von der Basisstation detektierte Aktionssignal des ID-Gebers ist die Reaktion des ID-Gebers auf das Codesignal hin.

In noch einer weiteren Ausgestaltung dieses Ausführungsbeispiels ist vorgesehen, daß das von der Basisstation gesendete Codesignal von dem

ID-Geber quasi gespiegelt zurückgesendet wird. Die Schwingungszählung wird bei diesem Ausführungsbeispiel dann gestoppt, wenn das Codesignal als Antwortsignal des ID-Gebers wieder vollständig von der Sende-Empfangseinheit der Basisstation empfangen worden ist. Um möglicherweise bei der Datenübertragung eintretende Datenverluste ausgleichen zu können, ist in einem weiteren Ausführungsbeispiel vorgesehen, daß der Basisstation zwei Schwingungszählglieder zugeordnet sind, wobei eine erste Schwingungszählung an das Senden des Codesignals und eine weitere Schwingungszählung an den Empfang des von dem ID-Geber gespiegelten Codesignals gekoppelt ist. Die Schwingungszählung des zweiten, an den Empfang des Codesignals gekoppelten Zählgliedes wird gestoppt, wenn das dem Senden des Codesignals zugeordnete Zählglied einen Zählerstand erreicht hat, der der doppelten Anzahl der dem Codesignal entsprechenden Schwingungen entspricht. Je größer der Abstand zwischen der Basisstation und dem ID-Geber und entsprechend länger die Signallaufzeit ist, je größer ist die Differenz des ermittelten Zählerstandes des dem Empfang des Codesignals zugeordneten Zählglieders zu der dem Codesignal entsprechenden Schwingungsanzahl. Es ist zweckmäßig, bei den beiden zuletzt beschriebenen Beispielen als Codesignal eine vorbestimmte Anzahl an Schwingungen einer Trägerwelle zu senden.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung wird ausgenutzt, daß sich die Phasenlage einer über eine Funkstrecke übertragenen Welle in Abhängigkeit von der zurückgelegten Funkstrecke gegenüber der ursprünglich gesendeten Phasenlage verschiebt. Dabei kann sowohl die Phasenlage der Frequenz als auch diejenige einer Amplitudenänderung (Hüllkurve) jeweils für sich alleine oder auch gemeinsam verwendet werden, um die Phasenlage des gesendeten Fragesignals mit derjenigen des von dem ID-Geber zurückgesendeten Antwortsignals zu vergleichen. Dabei ist vorgesehen, daß das Senden des Antwortsignals vom ID-Geber zur Sende-Empfangseinheit der Basisstation unter Verwendung einer Trägerwelle erfolgt. Die Trägerwelle kann eine in dem Fragesignal enthaltene Welle, beispielsweise das Fragesignal selbst sein, oder durch die zum Modulieren einer zum Übermitteln des Fragesignals vorgesehenen Trägerwelle an den ID-Geber übermittelt werden. Befindet sich der ID-Geber innerhalb des vorbestimmten Empfangsbereiches des gesendeten Fragesignals, bei einem Einsatz des Verfahrens im Automotivebereich kleiner 3

m, ist die zurückgelegte Funkstrecke (Sende-Empfangseinheit - ID-Geber - Send-Empfangseinheit) kurz. Eine Phasenverschiebung zwischen dem demodulierten Antwortsignal und dem ursprünglich gesendeten Fragesignal ist so gering, daß innerhalb eines vorbestimmten Toleranzbereiches von phasenstarrten Signalen (Fragesignal und Antwortsignal) ausgegangen werden kann. Bei einer manipulierten Streckenverlängerung wird sich die Phasenlage zwischen Fragesignal und Antwortsignal ständig verschieben, so daß sich diese außerhalb des Toleranzbereiches des als phasenstarr definierten Betriebes befindet. Die Wahrscheinlichkeit, daß das empfangene und demodulierte Antwortsignal eine Phase aufweist, die derjenigen des Fragesignals entspricht, ist dem Zufall überlassen und daher nur äußerst gering. Folglich wird die gewünschte Aktion, etwa das Öffnen eines Kraftfahrzeuges nur ausgeführt, wenn sich der ID-Geber in der vorbestimmten Entfernung zur Basisstation befindet.

Zur Vermeidung von unerwünschten Rückkopplungen wird zweckmäßigerweise das Fragesignal in einer anderen Frequenz gesendet als das Antwortsignal. In einer besonders einfachen Ausgestaltung wird das Fragesignal auf derjenigen Frequenz gesendet, die zum Modulieren des Antwortsignals vorgesehen ist. Dies kann beispielsweise dadurch realisiert sein, daß das Fragesignal auf einer Niederfrequenzstrecke gesendet und dieses von dem ID-Geber empfangene Fragesignal direkt zum Modulieren einer Trägerwelle auf einer Hochfrequenzstrecke verwendet wird. Beispielsweise kann ein Fragesignal ein auf einer NF-Strecke gesendetes Wecksignal zum Umschalten des ID-Gebers aus einem Ruhe- oder Schlafmodus in seinen Betriebsmodus sein.

Zur weiteren Erhöhung der Zugangssicherheit ist vorgesehen, den zum Senden des Fragesignals verwendeten Oszillator freischwingend zu betreiben, so daß dieser in seiner Frequenz gewissen Schwankungen unterworfen ist. Ebenfalls kann vorgesehen sein, die Sendefrequenz gemäß einem vorbestimmten Variationsmuster zu ändern, so daß die Zufälligkeit zur Realisierung einer unbefugten und dennoch phasenstarrten Streckenverlängerung noch weiter verringert ist.

In einer weiteren Ausgestaltung dieses Ausführungsbeispiels ist vorgesehen, daß als Fragesignal von der Send-Empfangseinheit eine mit einem Modulationsgemisch aus einer oder mehreren Modulationsvariablen mo-

- 5 dulierte Trägerwelle gesendet wird. Dabei kann vorgesehen sein, entweder ein Modulationsgemisch aus unterschiedlichen Frequenzen oder aus unterschiedlichen Amplituden oder auch aus einer Mischung dieser beiden Größen zu verwenden. Nach Empfang des auf diese Weise modulierten Antwortsignals erfolgt nach einer Demodulierung des Antwortsignals eine Filterung hinsichtlich der ursprünglichen Modulationsgemischanteile, beispielsweise der einzelnen Frequenzanteile. Der anschließende Schritt des Phasenvergleichens des ursprünglich gesendeten Fragesignals mit dem empfangenen Antwortsignal wird dann anhand der einzelnen, das Modulationsgemisch bildenden Anteilen, beispielsweise den 10 Frequenzanteilen durchgeführt. Die Verwendung beispielsweise eines Modulationsgemisches aus unterschiedlichen Frequenzen zum Modulieren des Fragesignals erhöht die Betriebssicherheit des beanspruchten Verfahrens insbesondere dahingehend, daß eine zufällige Phasengleichheit bei einer unbefugten Streckenverlängerung durch die Möglichkeit einer absoluten Entfernungsmessung der zurückgelegten Funkstrecke erkennbar ist. Zweckmäßigerweise wird bei Verwendung eines Frequenzgemisches eine Grundfrequenz verwendet und diese mit einer bestimmten Anzahl weiterer Frequenzen, die jeweils durch zwei geteilte Anteile der 20 Grundfrequenz sind, gemischt. Dies läßt sich auf einfache Weise mit einem Frequenzteiler verwirklichen. Dabei bestimmt die Größe der Grundfrequenz die Auflösung der Entfernungsmessung und die Anzahl der Teilungen die maximal erkennbare Entfernung.
- 25 Ein Phasenvergleich zwischen dem ursprünglich gesendeten Fragesignal und dem empfangenen Antwortsignal läßt sich beispielsweise durch Verwendung eines Phasenkomparators realisieren.

- 30 In noch einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung wird eingesetzt, daß eine über eine Funkstrecke gesendete modulierte Trägerwelle in Abhängigkeit von der Länge der von dieser zurückgelegten Funkstrecke im Hinblick auf eine Änderung bzw. einen Versatz der Funktionswerte der verwendeten Modulationsvariablen verglichen mit zeitgleichen Funktionswerten des ursprünglich gesendeten Signals ausgewertet werden kann. Ausgenutzt wird dabei die durch die Entfernung zwischen Basisstation und ID-Geber bedingte zeitliche Verschiebung der Modulationskurve 35 des Antwortsignals gegenüber der identischen Modulationskurve des Fra-

gesignals. Gemäß dem beanspruchten Verfahren ist vorgesehen, einen Funktionswert der Modulationsvariablen des empfangenen Antwortsignals in einem bestimmten Zeitpunkt mit dem zeitgleichen Funktionswert der Modulationsvariablen des ursprünglich gesendeten Fragesignals zu vergleichen. Zweckmäßigerweise wird ein solches Vergleichen durch den Schritt einer Differenzbildung der Beträge oder auch der Quadrate der Funktionswerte der Modulationsvariablen zu einem vorbestimmten Zeitpunkt durchgeführt. Dieser Funktionswertvergleich kann an quasi beliebiger Stelle der Modulationsfunktion und somit kontinuierlich durchgeführt werden.

Zur Erhöhung der Zugangssicherheit kann vorgesehen sein, daß sich die Frequenz der für das Fragesignal vorgesehenen Trägerwelle von derjenigen des Antwortsignals unterscheidet. Zweckmäßig ist es, das Frage- und/oder Antwortsignal auf derjenigen Strecke zu senden, auf der ohnehin ein ggf. kryptologischer Datendialog zwischen der Basisstation und dem ID-Geber stattfindet.

In einer Ausgestaltung dieses Verfahrens wird die Trägerwelle frequenzmoduliert, zur erleichterten Auswertung vorzugsweise linear frequenzmoduliert gesendet. Entsprechend sind der Basisstation Mittel zum Senden einer solchen Trägerwelle als Fragesignal sowie ein FM-Demodulator zugeordnet, in dem eine Demodulation des empfangenen Antwortsignals erfolgt. Der mobile ID-Geber weist einen FM-Demodulator zum Demodulieren des empfangenen Fragesignals auf. Zweckmäßigerweise ist der Ausgang des Demodulators an einen Eingang des für die Datenkommunikation vorgesehenen Transceivers angeschlossen, so daß das von dem ID-Geber gesendete Datensignal gleichzeitig durch seine Modulation das Antwortsignal zu dem gesendeten Fragesignal darstellt bzw. enthält.

Durch den Vergleich eines Funktionswertes der Modulationsvariablen, beispielsweise der Modulationsfrequenz des empfangenen Antwortsignals mit dem zeitgleichen Funktionswert der Modulationsfrequenz ergibt sich eine Differenzfrequenz. Das Maß dieser Differenzfrequenz ist ein Maß dafür, wie lang die zurückgelegte Funkstrecke (Basisstation - ID-Geber - Basisstation) ist. Zweckmäßigerweise erfolgt eine Berechtigungsüberprüfung dergestalt, daß ein Schwellwert für die Differenzfrequenz vorgegeben

ist, wobei bei einem Überschreiten dieses Schwellwertes eine Benutzungsberechtigung verneint wird.

5 Alternativ zu einer Verwendung einer frequenzmodulierten Trägerwelle kann ebenfalls eine amplitudenmodulierten Trägerwelle oder auch eine frequenz- und amplitudenmodulierte Trägerwelle zur Charakterisierung des Frage- und Antwortsignals verwendet werden.

10 Weitere Vorteile der Erfindung sind Bestandteil der übrigen Unteransprüche sowie der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren. Es zeigen:

15 **Fig. 1** ein schematisiertes Blockschaltbild einer schlüssellosen Zugangsberechtigungskontrolleinrichtung mit einer Basisstation und einem ID-Geber,

Fig. 2 ein zeitliches Ablaufdiagramm zur Bestimmung des Abstandes zwischen der Basisstation und dem ID-Geber der Figur 1,

20 **Fig. 3** ein schematisiertes Blockschaltbild einer weiteren schlüssellosen Zugangsberechtigungskontrolleinrichtung, umfassend eine Basisstation und einen ID-Geber,

25 **Fig. 4** ein schematisiertes Blockschaltbild noch einer weiteren schlüssellosen Zugangsberechtigungskontrolleinrichtung, umfassend eine Basisstation und einen ID-Geber,

30 **Fig. 5** ein zeitliches Ablaufdiagramm zur Abstandsbestimmung zwischen der Basisstation und dem ID-Geber entsprechend den Ausführungsbeispielen der Figuren 3 oder 4,

Fig. 6 ein schematisiertes Blockschaltbild einer schlüssellosen Zugangsberechtigungskontrolleinrichtung,

35 **Fig. 7** ein prinzipielles Ablaufschema zum Überprüfen der Zugangsberechtigung einer einen ID-Geber mitführenden Per-

son,

- 5 **Fig. 8** ein schematisiertes Blockschaltbild einer weiteren schlüssellosen Zugangsberechtigungskontrolleinrichtung,
- Fig. 9a** ein Diagramm mit einer Grundfrequenz und zwei weiteren Frequenzanteilen,
- 10 **Fig. 9b** ein Diagramm des sich aus dem Frequenzgemisch der Figur 9a ergebenden Amplitudenverlaufs,
- Fig. 10** ein Blockschaltbild einer Sende-Empfangseinrichtung einer Basisstation, etwa einem Kraftfahrzeug zugeordnet,
- 15 **Fig. 11** ein schematisiertes Blockschaltbild eines ID-Gebers und
- Fig. 12** ein Diagramm mit einer über die Zeit aufgetragenen linear frequenzmodulierten Trägerwelle als gesendetes Fragesignal und dem zeitlich dazu versetzt empfangenen Antwortsignal.
- 20

Eine schlüssellose Zugangsberechtigungskontrolleinrichtung 1 umfaßt eine Basisstation 2 und einen mobilen Identifikationsgeber (ID-Geber) 3. Zu der Basisstation 2 gehört eine Sende-Empfangseinheit 4 mit einem
25 HF-Sender 5 und einem HF-Empfänger 6, die auf jeweils unterschiedlichen Frequenzen arbeiten. Der Basisstation ist ferner ein Mikrocontroller 7 zum Steuern des Sendebetriebs und zum Auswerten der empfangenen Signale angeschlossen. An den HF-Empfänger 6 ist ein Periodenzähler 8 zum Zählen der Schwingungen der empfangenen Trägerwelle angeschlossen. Der Periodenzähler 8 weist einen Start-Eingang 9 und einen
30 Stop-Eingang 10 auf. Der Start-Eingang 9 ist mit dem Mikrocontroller 7 verbunden, über den das Startsignal zum Starten der Schwingungszählung an den Periodenzähler 8 übermittelt wird. Der Stop-Eingang 10 ist über ein UND-Glied 11 sowohl an den HF-Empfänger 6 als auch an den
35 Mikrocontroller 7 angeschlossen. Der Stop-Eingang 10 des Periodenzählers 8 ist dann mit einem Stoppsignal zum Stoppen der Schwingungszählung beaufschlagt, wenn durch den HF-Empfänger 6 nach einem Signa-

Empfang kein Signal mehr empfangen wird.

Der ID-Geber 3 umfaßt ebenfalls eine Sende-Empfangseinheit 12 mit einem HF-Sender 13 und einem HF-Empfänger 14. Der HF-Sender 13 arbeitet auf derselben Frequenz wie der HF-Empfänger 6 der Basisstation 2; der HF-Empfänger 14 des ID-Gebers 3 arbeitet auf derselben Frequenz wie der HF-Sender 5 der Basisstation 2. Die verwendete HF-Strecke zwischen der Basisstation 2 und dem ID-Geber 3 ist somit duplexfähig. Der HF-Empfänger 14 ist zur Auswertung eingehender Signale an einen Mikrocontroller 15 angeschlossen. Der Mikrocontroller 15 ist über eine Datenleitung 16 und über eine Tastleitung 17 an den HF-Sender 13 angeschlossen. Parallel zu dem Mikrocontroller 15 ist in dem ID-Geber 3 eine Auswertelogik 18 zwischen dem HF-Empfänger 14 und dem HF-Sender 13 angeordnet. Die Auswertelogik 18 dient zum Erkennen eines von der Basisstation 2 gesendeten Codesignals sowie zum direkten Ansteuern des HF-Senders 13; ohne daß ein solches Signal durch den Mikrocontroller 15 ausgewertet werden und der HF-Sender 13 angesteuert werden müßte. Da mit der Auswertelogik 18 nur ein ganz bestimmtes Codesignal erkannt werden muß, ist die zum Auswerten benötigte Zeit konstant im Gegensatz zu der durch den Mikrocontroller 15 benötigten Rechenzeit. Die Auswertelogik 18 ist über eine Steuerleitung mit dem Mikrocontroller 15 zum Ein- und Ausschalten der Auswertelogik 18 verbunden.

Die in Figur 1 dargestellte schlüssellose Zugangsberechtigungskontrolleinrichtung 1 dient sowohl zum Durchführen eines kryptologischen Frage-Antwort-Dialoges zum Feststellen einer Zugangsberechtigung als auch zum Bestimmen des aktuellen Abstandes des ID-Gebers 3 von der Basisstation 2. Die Abstandsbestimmung zwischen der Basisstation 2 und dem ID-Geber 3 erfolgt folgendermaßen, wobei diesbezüglich auf das Ablaufdiagramm der Figur 2 Bezug genommen ist: Innerhalb eines Kommunikationstelegramms im Rahmen der genannten kryptologischen Berechtigungsüberprüfung wird in einem vorbestimmten Zeitpunkt t_0 durch den HF-Sender 5 der Basisstation 2 der Befehl an den ID-Geber 3 gesendet: SENDER ID-GEBER EIN. Im Zeitpunkt t_1 hat der HF-Empfänger 14 des ID-Gebers 3 diesen Befehl empfangen. Im Zeitpunkt t_2 startet der HF-Sender 13 mit dem Senden einer Trägerwelle auf der Frequenz f_1 . Die auf der Frequenz f_1 gesendete Trägerwelle wird von dem HF-Empfänger 6 der

Basisstation im Zeitpunkt t_c empfangen. Mit dem Empfang der Trägerwelle wird der Periodenzähler 8 auf Null gestellt. Im Zeitpunkt t_1 wird gleichzeitig ein Codesignal von dem HF-Sender 5, nämlich der Befehl: SENDER ID-
5 GEBER AUS gesendet und über den Starteingang 9 der Periodenzähler 8 zum Zählen der auf der Frequenz f_1 empfangenen Schwingungen gestartet. Das Codesignal ist durch den HF-Sender 5 der Basisstation 2 auf der Frequenz f_2 gesendet worden. Nach Empfang des Codesignals durch den HF-Empfänger 14 des ID-Gebers 3 und nach Erkennen dieses Befehls durch die Auswertelogik 18 wird der HF-Sender 13 des ID-Gebers 3 aus-
10 geschaltet, welcher Zeitpunkt in Figur 2 mit t_d gekennzeichnet ist. Der HF-Empfänger 6 der Basisstation 2 empfängt seit dem Zeitpunkt t_c die von dem HF-Sender 13 des ID-Gebers 3 gesendete Trägerwelle. Nachdem der HF-Sender 13 ausgeschaltet worden ist, kann der HF-Empfänger 6 im Zeitpunkt t_e keine Trägerwelle mehr empfangen. In diesem Zeitpunkt wird
15 auch der Periodenzähler 8 zum Feststellen des Zählerstandes gestoppt. Der ermittelte Schwingungszählerstand ist nun ein Maß für die Laufzeit des Signals zwischen der Basisstation 2 und dem ID-Geber 3 und zurück, wobei bei der Ermittlung der Laufzeit und dem daraus zu bestimmenden Abstand die Totzeiten und auch die Signallänge berücksichtigt sind.

20
Figur 3 zeigt eine weitere schlüssellose Zugangsberechtigungskontrolleinrichtung 19 in einem Blockschaltbild mit einer Basisstation 20 und einem ID-Geber 21. In dieser Figur sind lediglich die Komponenten dargestellt, die zu einer Abstandsbestimmung zwischen der Basisstation 20 und dem
25 ID-Geber 21 notwendig sind. Integriert sind zum Teil die dargestellten Module in die übliche Hardware zur Realisierung einer kryptologischen Zugangsberechtigungskontrolle. Die Basisstation 20 umfaßt als Sende-Empfangseinheit eine Antenne 22 zum Senden und Empfangen eines Signales, bei welchem Signal es sich um eine Trägerwelle handelt. Die
30 Trägerwelle wird in einem Signalgenerator 23 generiert, welche anschließend einen Leistungsteiler 24 beaufschlagt. Der Leistungsteiler 24 führt das generierte Signal zum einen der Antenne 22 und zum anderen einem ersten Zählerschaltkreis 25 zu. Ein HF-Schalter 26 dient zum Umschalten des Betriebes der Basisstation 20 zwischen einem Senden, wie in Figur 3 dargestellt, und einem Empfangen. Beim Empfang des von dem ID-Geber
35 21 zurückgesendeten Codesignals steht der HF-Schalter 26 in seiner anderen Stellung, in der an den HF-Schalter 26 ein zweiter Zählerschaltkreis

27 angeschlossen ist. In beiden Zählerschaltkreisen 25 und 27 ist jeweils ein Zählglied 28 bzw. 29 vorgesehen, welche Zählglieder 28, 29 an einen Mikrocontroller 30 angeschlossen sind.

- 5 Das durch den Signalgenerator 23 generierte Signal ist eine Trägerwelle mit einer Frequenz innerhalb eines ISM-Bandes, nämlich 434 MHz. Zur Reduzierung der an das Zählglied 28 zu stellenden Anforderungen ist diesem ein Frequenzteilungsschaltkreis 31 vorgeschaltet, der aus dem eigentlichen Frequenzteiler 32 mit einem Teilungsverhältnis 1 : 16, einem
10 nachgeschalteten Bandpaßfilter 33 und einem Verstärker 34 besteht. Ein entsprechend aufgebauter Frequenzteilungsschaltkreis 35 ist dem Zähler-schaltkreis 27 zugeordnet.

- Der ID-Geber 21 weist ebenfalls eine als Sende-Empfangseinheit vorge-
15 sehene Antenne 36 auf, der ein HF-Schalter 37 nachgeschaltet ist. Im Empfangsmodus, wie in Figur 3 dargestellt, ist an den HF-Schalter 37 ein Verstärker 38 und ein weiterer HF-Schalter 39 nachgeschaltet. Das empfangene Codesignal - die Trägerwelle - beaufschlagt ein Zählglied 40, dem ein Frequenzteilungsschaltkreis 41 entsprechend den Frequenztei-
20 lungsschaltkreisen 25 und 27 der Basisstation 20 vorgeschaltet ist. Parallel zu dem Verstärker 38 ist über einen Leistungsteiler 42 ein Signalgenerator 43 geschaltet, dessen Signale bei entsprechender Stellung der HF-Schalter 37, 39 über die Antenne 36 gesendet werden können.

- 25 Figur 4 zeigt eine weitere schlüssellose Zugangsberechtigungskontrolleinrichtung 44, die grundsätzlich aufgebaut ist wie die zu Figur 3 beschriebene schlüssellose Zugangsberechtigungskontrolleinrichtung 19. Gleiche Elemente sind bei den beiden Zugangsberechtigungskontrolleinrichtungen 19 bzw. 44 mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet. Im Unterschied
30 zu der Zugangsberechtigungskontrolleinrichtung 19 ist bei der schlüssellosen Zugangsberechtigungskontrolleinrichtung 44 anstelle des eigentlichen Frequenzteilers 32 jeweils ein Frequenzmischer, bestehend aus einem Lokaloszillator 45 und einem Mischer 46 vorgesehen.

- 35 Im folgenden ist die Funktionsweise der schlüssellosen Zugangsberechtigungskontrolleinrichtung 19 hinsichtlich einer Bestimmung des Abstandes von der Basisstation 20 zu dem ID-Geber 21 beschrieben, wobei zusätz-

lich auf Figur 5 Bezug genommen ist. Entsprechendes gilt für die schlüssellose Zugangsberechtigungskontrolleinrichtung 44 der Figur 4. Über den Signalgenerator 23 wird ein konstanter HF-Träger generiert. Im Zeitpunkt t_0 wird der Zähler 28 auf 0 gesetzt und zum Zählen der Schwingungen auf den HF-Träger geschaltet, wobei gleichzeitig der HF-Schalter 26 auf Senden geschaltet wird. Im Zeitpunkt t_1 , der um die Signallaufzeit zwischen der Basisstation 20 und dem ID-Geber 21 zu dem Zeitpunkt t_0 versetzt ist, wird die HF-Trägerwelle von dem ID-Geber 21 empfangen. Als Codesignal ist eine vorbestimmte Schwingungsanzahl, nämlich 2048 Schwingungen, vorgesehen. Im Zeitpunkt t_2 - also nach Senden des Codesignals - wird über den HF-Schalter 26 die Basisstation auf Empfang umgeschaltet, so daß ein weiteres Senden der HF-Trägerwelle unterbunden ist. Im Zeitpunkt t_3 entspricht der Zählerstand des Zählgliedes 40 des ID-Gebers 21 dem der gesendeten Schwingungsanzahl, nämlich 2048. In diesem Zeitpunkt schaltet der ID-Geber von seinem Empfang auf seinen Sendemodus, wobei die beiden HF-Schalter 37 und 39 in die jeweilig andere, in Figur 3 nicht dargestellte Position gebracht werden. Der Signalgenerator 43 des ID-Gebers 21 ist zuvor eingeschaltet worden, so daß ein konstanter HF-Träger zum Senden zur Verfügung steht. Die Frequenz des HF-Trägers, generiert durch den Signalgenerator 43, entspricht derjenigen des Signalgenerators 23 der Basisstation 20. Das Codesignal - nämlich 2048 Schwingungen des Trägers - wird nunmehr beginnend im Zeitpunkt t_3 von dem ID-Geber 21 zurückgesendet. Wiederum um die Signallaufzeit zeitversetzt wird der Beginn des Rücksendens des Codesignals von der Basisstation 20 im Zeitpunkt t_4 empfangen. Die im Empfangsmodus befindliche Basisstation 20 leitet das zurückgesendete Codesignal auf den Zählerschaltkreis 27, so daß im Zählglied 29 die zurückgesendete Schwingungsanzahl gezählt werden kann. Im Zeitpunkt t_5 hat das Zählglied 28 die doppelte Anzahl der dem Codesignal entsprechenden Schwingungen, nämlich 4096 gezählt. In diesem Zeitpunkt wird der Zählerstand des Zählgliedes 29 angehalten und durch den Mikrocontroller 30 ausgelesen, welcher Zählerstand sich beispielsweise erst bei 2042 befindet. Das zurückgesendete Codesignal ist noch nicht vollständig empfangen. Dieses „vorzeitige“ Stoppen des Zählgliedes 29 dient zum Kompensieren möglicher nicht erkannter Schwingungen bei der Kommunikation zwischen dem ID-Geber 21 und der Basisstation 20.

Die Differenz zwischen der für das Codesignal vorgesehenen Schwingungsanzahl (hier: 2048) und der durch das Zählglied 29 festgestellten Schwingungsanzahl (hier: 2042) entspricht der Signallaufzeit von der Basisstation 20 zu dem ID-Geber 21 und zurück. Im Zeitpunkt t_6 wird der ID-Geber 21 wiederum in seinen Empfangsmodus geschaltet. Nunmehr besteht die Möglichkeit, die Abstandsbestimmung wiederholt vorzunehmen oder das Abfrageprotokoll weiter zu führen.

Um auch nicht erkannte Schwingungen beim Senden des Codesignales von der Basisstation 20 zu dem ID-Geber 21 und bei der anschließenden Signalverarbeitung zu kompensieren, kann vorgesehen sein, daß anstelle des Sendens der exakten Schwingungszahl eine geringfügig höhere Schwingungszahl gesendet wird. Besonders zweckmäßig ist eine Erweiterung des Verfahrens, bei der zwischen den unterschiedlichen Modi der Basisstation 20 bzw. des ID-Gebers 21 - Sende- bzw. Empfangsmodus - jeweils Verzögerungszeiten eingeschaltet sind. Ohne weiteres kann dann das gesendete Codesignal einen solchen Sicherheitsanhang aufweisen, ohne daß der ID-Geber 21 bereits das Codesignal zurücksendet, bevor die Basisstation 20 in ihren Empfangsmodus geschaltet ist. Die Verzögerungszeiten können in einfacher Weise dadurch bereitgestellt werden, daß die jeweils eingesetzten Zählglieder 28 bzw. 40 entsprechend geschaltet sind, daß eine solche Verzögerungszeit ebenfalls der Länge des gesendeten Codesignales, in dem beschriebenen Ausführungsbeispiel 2048 Schwingungen lang bemessen ist. Bei der späteren Auswertung werden derartig eingebaute Verzögerungszeiten berücksichtigt.

Durch die in den Ausführungsbeispielen dargestellte doppelte Laufzeit ist das Auflösungsvermögen bezüglich des Abstandes zwischen der Basisstation und dem ID-Geber in einer Genauigkeit ermittelbar, die höher ist als eine Abstandsbestimmung lediglich durch Erfassen der einfachen Signallaufzeit. Diese Genauigkeit kann ferner dadurch erhöht werden, indem die Abstandsbestimmung nicht nur einmal, sondern mehrfach wiederholt, auch an unterschiedlichen Stellen innerhalb eines Übertragungsprotokolls, vorgenommen wird. Eine Ermittlung des tatsächlichen Abstandes erfolgt dann beispielsweise durch Mittelwertbildung der einzelnen ermittelten Abstände.

Aus der Beschreibung dieses Ausführungsbeispiels wird deutlich, daß durch die sichere und dem Auflösungsvermögen entsprechende Genauigkeit eine Abstandsbestimmung zwischen einer Basisstation und einem ID-Geber möglich ist, so daß auf diese Weise ein sicheres Erkennen einer
5 unberechtigten Streckenverlängerung erkennbar ist. Zur Erhöhung der Betriebssicherheit kann vorgesehen sein, mit unterschiedlichen Codesignalen zu arbeiten, wozu beispielsweise auch eine Vorprogrammierung des ID-Gebers durch eine vorgegebene Schwingungsanzahl als Codesignal gehört.

10 Eine schlüssellose Zugangsberechtigungskontrolleinrichtung 47 umfaßt eine Basisstation B mit einer Sende-Empfangseinheit 48. Die schlüssellose Zugangsberechtigungskontrolleinrichtung 47 dient zum Überprüfen der Zugangsberechtigung zu einem Kraftfahrzeug; daher ist die Basisstation B
15 in einem Fahrzeug angeordnet. Der Zugangsberechtigungskontrolleinrichtung 47 ist ferner ein mobiler ID-Geber ID zugeordnet, der von einer zum Benutzen des Kraftfahrzeuges berechtigten Person mitgeführt wird.

Die Sende-Empfangseinheit 48 umfaßt einen Transceiver 49 zum Senden
20 eines Fragesignals auf einer hochfrequenten Funkstrecke sowie einen oder mehrere Sender 50 zum Senden des niederfrequenten Funksignals. Der Transceiver 49 ist an einen Prozessor 51 angeschlossen, der die Sende-Empfangstätigkeit des Transceivers 49 steuert. Am Ausgang des Transceivers 49 ist ein Phasenkomparator 52 angeschlossen, dessen
25 weiterer Eingang an die niederfrequente Referenz 53 angeschlossen ist. Der Ausgang des PLL-Schaltkreises 52 beaufschlagt einen Eingang des Prozessors 51. Zur Verwirklichung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es jedoch ausreichend, anstelle des Tranceivers 49 einen Receiver einzu-
setzen.

30 Der ID-Geber ID besteht im wesentlichen aus einem Prozessor 54 und einer Sende-Empfangseinheit 55, an der eine NF-Antenne 56 angeschlossen ist.

35 Im Betrieb der Zugangsberechtigungskontrolleinrichtung 47 wird von der Sende-Empfangseinheit 48 im Kraftfahrzeug 57, wie in Figur 7 schematisiert angedeutet, auf einer NF-Strecke zyklisch ein Fragesignal gesendet.

Die Sendeleistung zum Senden dieses Signals ist so ausgelegt, daß dieses Signal von dem ID-Geber ID in einem Umkreis von etwa 3 Metern um das Kraftfahrzeug 57 herum empfangbar ist. Befindet sich der ID-Geber ID im Empfangsbereich dieses NF-Fragesignals wird er durch dieses Signal geweckt und in seinen betriebsbereiten Zustand geschaltet. Ist der ID-Geber ID betriebsbereit, sendet dieser auf einer HF-Strecke ein Antwortdatentelegramm im ASK-Modus (amplitude shift keying-Modus). An einer vorbestimmten Position innerhalb dieses Datentelegrammes wechselt die Modulationsart des ID-Gebers von der ASK-Modulation auf eine reine Amplitudenmodulation. Die Amplitudenmodulation der zum Senden des Antwortsignals verwendeten Trägerwelle erfolgt mit derjenigen des auf der NF-Strecke von dem ID-Geber ID empfangenen Fragesignals. Der Zeitpunkt und die Zeitdauer dieses amplitudenmodulierten Antwortsignals ist zwischen der Basisstation B und dem ID-Geber ID vereinbart und kann zur Erhöhung der Betriebssicherheit gemäß einem bestimmten Algorithmus geändert werden. Ist diese amplitudenmodulierte Trägerwelle für die vorbestimmte Zeitdauer von dem ID-Geber ID gesendet worden, wechselt seine Betriebsart wieder in die zur Datenübermittlung vorgesehene ASK-Modulation. Aus dieser prinzipiellen Darstellung wird deutlich, daß mit dem Betrieb der Zugangsberechtigungskontrolleinrichtung 47 zeitweise ein Volldublexbetrieb realisiert ist.

Das von dem ID-Geber ID gesendete Antwortsignal wird von dem Transceiver 49 der Basisstation B empfangen. Der analoge Anteil des empfangenen Datentelegramms, nämlich der amplitudenmodulierte Bestandteil beaufschlagt den PLL-Schaltkreis 57 und wird bezüglich seiner Phasenlage mit der Phasenlage des ursprünglich gesendeten Fragesignals verglichen. Befindet sich der ID-Geber ID innerhalb des vorgesehenen Betriebsbereiches werden beide Phasenlagen durch den Phasenkomparator 52 innerhalb einer vorgegebenen Toleranz als konstant zueinander erkannt werden, wenn keine weiteren Relaisstationen zwischengeschaltet sind. Es wird deutlich, daß bei diesem Verfahren ein Vergleich der Phasenlagen auf relativem Wege ohne eine Bestimmung der jeweilig absoluten Phasenlage erfolgt.

Der NF-Oszillator 53 wird bei dem in Figur 6 dargestellten Ausführungsbeispiel freischwingend betrieben, so daß sich seine natürlichen Fre-

quenzschwankungen entsprechend auch im demodulierten Antwortsignal wiederfinden. Durch diese Maßnahme ist die Betriebssicherheit der Zugangsberechtigungskontrolleinrichtung 47 gegenüber Manipulationen weiter erhöht.

5

Eine weitere Zugangsberechtigungskontrolleinrichtung 58 ist schematisiert in Figur 8 in einem Blockschaltbild wiedergegeben. Die Basisstation B dieser Zugangsberechtigungskontrolleinrichtung 58 besteht im wesentlichen aus einer Sende-Empfangseinheit 59, einer Modulationseinheit 60 zum Bereitstellen eines Frequenzgemisches zum Modulieren einer Trägerwelle eines Fragesignals und aus einem Phasenkomparator 61 zum entsprechenden Filtern einer mit dem Modulationsgemisch modulierten Trägerwelle auf einer Antwortstrecke. Die Sende-Empfangseinheit 59 umfaßt einen HF-Sender 62 zum Senden einer mit einem Modulationsgemisch modulierten Trägerwelle, einen Transceiver 64, wobei der Sender 62 und der Transceiver 64 über ein Combiner-Netzwerk 65 an eine gemeinsame Sende-Empfangsantenne 66 angeschlossen sind. Ferner ist der Sende-Empfangseinheit 59 eine Referenz 63 zugeordnet. An das Combiner-Netzwerk 65 ist zum Demodulieren eines empfangenen Antwortsignals ferner ein Demodulator 67 angeschlossen. Ausgangsseitig ist der Demodulator 67 mit dem Phasenkomparator 61 verbunden. Zur Steuerung der Sende-Empfangsvorgänge des Transceivers 64 und des Senders 62 ist ein Prozessor 68 vorgesehen.

25 Ein mobiler ID-Geber ID gehört zur Zugangsberechtigungskontrolleinrichtung 58 und wird von einer zum Benutzen des Kraftfahrzeuges berechtigten Person mitgeführt. Der ID-Geber besteht im wesentlichen aus einem Prozessor 69, einem Transceiver 70, einem Demodulator 71, einem Combiner-Netzwerk 72 und einer Sende-Empfangsantenne 73. Mit der Sende-
30 Empfangsantenne 73 können von der Sende-Empfangseinheit 59 der Basisstation B gesendete Fragesignale empfangen und durch den Demodulator 71 demoduliert werden. Ausgangsseitig ist der Demodulator 71 an einen Eingang des Transceivers 70 angeschlossen, so daß das demodulierte Fragesignal zum Modulieren des Antwortsignals verwendet werden
35 kann.

Mit der Modulationseinheit 60 wird ein Frequenzgemisch bereitgestellt, mit

der eine Trägerwelle zum Senden eines Fragesignals moduliert wird. Das Modulationsfrequenzgemisch besteht aus einer Grundfrequenz und mehreren weiteren Frequenzanteilen, die jeweils durch zwei geteilte Anteile der Grundfrequenz sind. In Figur 9a ist in einem Diagramm ein solches
5 Frequenzgemisch darstellend das Fragesignal wiedergegeben. Die Variation des Amplitudenverlaufs dieses Frequenzgemisches ist in Figur 9b dargestellt.

Mit diesem Modulationsfrequenzgemisch wird eine Trägerwelle auf einer
10 HF-Strecke von beispielsweise 433 MHz moduliert und über die Sende-Empfangsantenne 66 gesendet. Befindet sich der ID-Geber ID in einem vorbestimmten Abstand zum Kraftfahrzeug, wird dieses Signal empfangen und mittels des Demodulators 71 demoduliert. Das zurückgesendete Antwortsignal des ID-Gebers ID erfolgt durch eine Modulation einer Träger-
15 welle von beispielsweise 868 MHz in dem Transceiver 70 mit dem demodulierten Fragesignal und somit mit dem ursprünglich zur Modulation des Fragesignals verwendeten Frequenzgemisch. Dieses Antwortsignal wird ID-Geber-seitig gesendet und von der Sende-Empfangseinheit 59 empfangen, demoduliert und anschließend in dem Phasenkomparator 61 ge-
20 filtert. Als Demodulator 67 ist ein Diodendetektor vorgesehen. Die Eckfrequenzen der in dem Phasenkomparator 61 enthaltenen Filter entsprechen der Grundfrequenz und den weiteren Frequenzanteilen. Durch einen Phasenvergleich der jeweils gleichfrequenten Anteile kann die Entfernung des ID-Gebers ID von der Basisstation B berechnet werden. In Abhängigkeit
25 von dem festgestellten Abstand, der unmittelbar einen Rückschluß auf die zurückgelegte Funkstrecke des Frage- und Antwortsignals zuläßt, läßt sich ermitteln, ob das Antwortsignal unmittelbar vom ID-Geber ID gesendet worden ist, oder ob der Empfang eines Antwortsignals unter Zwischenschaltung einer unbefugten Streckenverlängerung erfolgt ist.

30 Bei diesem Ausführungsbeispiel läßt sich die Entfernungsmessung auch zum erleichterten Auffinden eines Kraftfahrzeuges, welches beispielsweise in einem Parkhaus abgestellt ist, verwenden. In diesem Fall müßte vom ID-Geber ID das Senden des Fragesignals durch die Basisstation B ausgelöst werden. Entsprechend könnte einem Benutzer angezeigt werden,
35 ob er sich seinem Kraftfahrzeug nähert oder ob er sich von diesem entfernt.

- Im folgenden wird ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Bezugnahme auf die Figuren 10 bis 12 erläutert. Einem nicht näher dargestellten Kraftfahrzeug ist eine Sende-Empfangseinheit 74 der Basisstation zugeordnet, die zum Durchführen einer schlüssellosen Zugangsberechtigungskontrolle vorgesehen ist. Die Sende-Empfangseinheit 74 besteht im wesentlichen aus einem Prozessor 75, einem Transceiver 76, der für die Datenkommunikation mit einem mobilen ID-Geber vorgesehen ist, einem Combiner-Netzwerk 77 und einer an dieses Netzwerk 77 angeschlossenen Sende-Empfangsantenne 78. Die Datenkommunikation mit dem ID-Geber erfolgt beispielsweise bei 868 MHz. Diese Datenkommunikation enthält Frage-Antwort-Dialoge, aus denen sich in Abhängigkeit von einem empfangenen Antwortcode des ID-Gebers die Berechtigung des diesen ID-Geber mitführenden Person zum Öffnen des Kraftfahrzeuges ableitet. Zum Durchführen des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es lediglich notwendig, daß der Basisstation anstelle des in den Figuren dargestellten Transceivers 76 ein Receiver zum Empfangen des von dem ID-Geber gesendeten Antwortsignales zugeordnet ist.
- Die Sende-Empfangseinheit 74 umfaßt ferner einen in dem dargestellten Ausführungsbeispiel bei 433 MHz arbeitenden Sender 79. Der Ausgang des Senders 79 beaufschlagt ebenfalls das Combiner-Netzwerk 77, so daß sowohl von dem Transceiver 76 als auch von dem Sender 79 die Sende-Empfangsantenne 78 verwendet wird. Der Sender 79 dient zum Senden einer linear frequenzmodulierten Trägerwelle als Fragesignal, mit dem nach seinem Empfang als Antwortsignal auf die Entfernung des dieses Fragesignal zurücksendenden ID-Gebers geschlossen werden kann.
- An das Combiner-Netzwerk 77 ist ferner ein FM-Demodulator 80 angeschlossen, mit dem das über die Sende-Empfangsantenne 78 empfangene frequenzmodulierte Antwortsignal demoduliert wird. Ausgangsseitig ist der Demodulator 80 an den Prozessor 75 angeschlossen, so daß durch den Prozessor 75 ein Vergleich des empfangenen, demodulierten Antwortsignals mit dem zuvor gesendeten modulierten Fragesignal möglich ist.

Ein nicht näher dargestellter ID-Geber umfaßt - wie in Figur 11 dargestellt - einen Prozessor 81 und einen für die Datenkommunikation vorgesehenen Transceiver 82. Der Transceiver 82 ist ausgangsseitig an den Eingang eines Combiner-Netzwerkes 83 angeschlossen, an welches Netzwerk 83 ebenfalls eine Sende-Empfangsantenne 85 angeschlossen ist. Ferner ist ausgangsseitig an das Netzwerk 83 ein FM-Demodulator 84 angeschlossen, der zum Demodulieren eines von der Sende-Empfangseinheit 74 gesendeten Fragesignals vorgesehen ist. Ausgangsseitig ist der FM-Demodulator 84 an einen Eingang des Transceivers 82 angeschlossen. Damit wird bezweckt, daß das durch den FM-Demodulator 84 demodulierte Fragesignal unmittelbar zum Modulieren des Transceivers 82 verwendet wird. Das von dem ID-Geber zurückgesendete Antwortsignal ist dann Teil der ohnehin stattfindenden Datenkommunikation.

Zur Bestimmung der Entfernung des ID-Gebers vom Kraftfahrzeug bzw. von der Sende-Empfangseinheit 74 wird durch den Sender 79 der Sende-Empfangseinheit 74 ein Fragesignal in Form einer linear frequenzmodulierten Trägerwelle (433 MHz) gesendet. Die Verwendung einer linear frequenzmodulierten Trägerwelle wirkt sich günstig auf die spätere Auswertung aus. Dieses Fragesignal wird, wenn sich der ID-Geber in einer bestimmten Entfernung zur Sende-Empfangseinheit 74 befindet, empfangen, demoduliert und zum Modulieren des Transceivers 82 des ID-Gebers verwendet. Das von dem ID-Geber auf der 868 MHz-Strecke zurückgesendete Antwortsignal wird von der Sende-Empfangseinheit 74 empfangen und in dem Demodulator 80 demoduliert. Durch die zurückgelegte Funkstrecke besteht zwischen der linear frequenzmodulierten Trägerwelle des Fragesignals und derjenigen des Antwortsignals ein zeitlicher Versatz. Dieser zeitliche Versatz resultiert aus der zurückgelegten Funkstrecke und ist um so größer, je größer die zurückgelegte Funkstrecke ist. Eine unerwünschte Streckenverlängerung macht sich somit in einem relativ großen zeitlichen Versatz zwischen der Modulationsfrequenzfunktion des Fragesignals und derjenigen des Antwortsignals bemerkbar.

In Figur 12 ist in einem Diagramm eine linear frequenzmodulierte Trägerwelle als Fragesignal wiedergegeben, (durchgezogen gezeigte Modulationskurve), wobei auf der x-Achse die Zeitachse und auf der y-Achse die

- Frequenz aufgetragen ist. Das Maximum ($f_0 + f_{\text{HUBmax}}$) und das Minimum ($f_0 - f_{\text{HUBmax}}$) dieser Frequenzkurve stellt den zur Modulieren der Trägerwelle (f_0) verwendeten Frequenzhub dar. Gestrichelt ist das von dem ID-Geber gespiegelte und von der Sende-Empfangseinheit 74 empfangene und demodulierte Antwortsignal mit dem entsprechenden, die zurückgelegte Funkstrecke widerspiegelnden zeitlichen Versatz aufgetragen. Ein Vergleich der Funktionswerte der Trägerfrequenzkurve des Fragesignals mit demjenigen des Antwortsignals in einem Zeitpunkt t_0 läßt sich durch Subtrahieren der Beträge der beiden Funktionswerte oder auch durch Subtrahieren der beiden quadrierten Funktionswerte durchführen. Ein solcher Vergleichsschritt läßt sich mit geringem hardwareseitigem Aufwand oder auch softwareseitig durch den Prozessor 75 realisieren. Überschreitet die auf diese Weise ermittelte Differenzfrequenz (Δf) ein bestimmtes Maß, bedeutet dies, daß die zurückgelegte Funkstrecke (Sende-Empfangseinheit 74 - ID-Geber - Sende-Empfangseinheit 74) größer ist als ein vorbestimmter Funktionsbereich, der beispielsweise mit 5 - 10 Metern um die Sende-Empfangseinheit 74 angenommen sei. Der ID-Geber befindet sich daher nicht in der Nähe des Kraftfahrzeugs; offensichtlich ist die Funkstrecke manipulativ verlängert. In diesem Fall wird eine Zugangsberechtigung verneint. Liegt die Differenzfrequenz (Δf) innerhalb des tolerierten Intervalls, wird der ID-Geber als im Funktionsbereich befindlich angesehen und entsprechend die gewünschte Aktion ausgelöst - die Kraftfahrzeugtüren werden entriegelt.
- Die Auflösung dieses Verfahrens hinsichtlich der zurückgelegten Funkstrecke wird durch die Wahl der Modulationsfrequenz bzw. durch den Frequenzhub bestimmt. Durch die Variation der Modulationsfrequenz kann vermieden werden, daß die Meßwerte sich in regelmäßigen Abständen (alle 360°) wiederholen. Dabei ist die niedrigste Frequenz als Maß für die maximal zu messende Entfernung zu betrachten; die höchste Frequenz in dem Frequenzgemisch bestimmt die Auflösung des Systems.

Zusammenstellung der Bezugszeichen

1	Schlüssellose Zugangsberechtigungskontrolleinrichtung	28	Zählglied
2	Basisstation	29	Zählglied
3	ID-Geber	30	Mikrocontroller
4	Sende-Empfangseinheit	31	Frequenzteilungs-schaltkreis
5	HF-Sender	32	Frequenzteiler
6	HF-Empfänger	33	Bandpaßfilter
7	Mikrocontroller	34	Verstärker
8	Periodenzähler	35	Frequenzteilungs-schaltkreis
9	Start-Eingang	36	Sende-Empfangsantenne
10	Stop-Eingang	37	HF-Schalter
11	UND-Glied	38	Verstärker
12	Sende-Empfangseinheit	39	HF-Schalter
13	HF-Sender	40	Zählglied
14	HF-Empfänger	41	Frequenzteilungs-schaltkreis
15	Mikrocontroller	42	Leistungsteiler
16	Datenleitung	43	Signalgenerator
17	Tastleitung	44	Schlüssellose Zugangsberechtigungskontrolleinrichtung
18	Auswertelogik	45	Lokalszillator
19	Schlüssellose Zugangsberechtigungskontrolleinrichtung	46	Mischer
20	Basisstation		
21	ID-Geber		
22	Sende-Empfangsantenne		
23	Signalgenerator		
24	Leistungsteiler		
25	Zählerschaltkreis		
26	HF-Schalter		
27	Zählerschaltkreis		
47	Schlüssellose Zugangsberechtigungskontrolleinrichtung		
48	Sende-Empfangseinheit		
49	Transceiver		
50	NF-Sender		

- 51 Prozessor
- 52 PLL-Schaltkreis
- 53 Frequenzgenerator
- 54 Prozessor
- 55 Sende-Empfangseinheit
- 56 NF-Antenne
- 57 Kraftfahrzeug
- 58 Schlüssellose Zugangsberechtigungskontrolleinrichtung
- 59 Sende-Empfangseinheit
- 60 Modulationseinheit
- 61 Phasenkomparator
- 62 HF-Sender
- 63 Referenz
- 64 Transceiver
- 65 Combiner-Netzwerk
- 66 Sende-Empfangsantenne
- 67 Demodulator, Diodendetektor
- 68 Prozessor
- 69 Prozessor
- 70 Transceiver
- 71 Demodulator
- 72 Combiner-Netzwerk
- 73 Sende-Empfangsantenne
- B Basisstation
- ID ID-Geber

- 74 Sende-Empfangseinheit
- 75 Prozessor
- 76 Transceiver
- 77 Combiner-Netzwerk
- 78 Sende-Empfangsantenne
- 79 Sender
- 80 FM-Demodulator
- 81 Prozessor
- 82 Transceiver

- 83 Combiner-Netzwerk
- 84 FM-Demodulator
- 85 Sende-Empfangsantenne

Patentansprüche

1. Verfahren zum Durchführen einer schlüssellosen Zugangsberechtigungskontrolle mit einer drahtlosen Kommunikation zwischen einer Basisstation (2, 20, B) zugeordneten Sende-Empfangseinheit (4, 22, 48, 59, 74) und einem mobilen Identifikationsgeber (ID-Geber) (3, 21, ID) zum Überprüfen der Zugangsberechtigung einer den ID-Geber (3, 21, ID) mitführenden Person, umfassend:
- Senden eines Codesignals durch die Sende-Empfangseinheit der Basisstation (2, 20, B),
 - Empfangen dieses Codesignals durch den ID-Geber (3, 21, ID),
 - Durchführen einer von der Sende-Empfangseinheit (4, 22, 48, 59, 74) detektierbaren und von dem ID-Geber (3, 21, ID) ausgeführten Aktion als Antwortsignal des ID-Gebers (3, 21, ID) auf den Empfang des Codesignals und
 - Detektieren der Aktion des ID-Gebers (3, 21, ID) und Bestimmen des Abstandes zwischen der Basisstation (2, 20, B) und dem ID-Geber (3, 21, ID),
- dadurch gekennzeichnet**, daß die Abstandsbestimmung auf Grundlage einer Relativbestimmung erfolgt, bei der die Unterschiede einer mit der Signallaufzeit korrelierenden und sich wegabhängig ändernden Signalcharakteristik zwischen einem basisstationseitig überwachten Referenzcodesignal und dem von der Sende-Empfangseinheit (4, 22, 48, 59, 74) empfangenen Antwortsignal ausgewertet werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Abstandsbestimmung gleichzeitig mit dem Senden des Codesignals durch die Sende-Empfangseinheit (4, 22) eine Zählung der Schwingungen der gesendeten Trägerwelle durch die Basisstation (2, 20) gestartet und nach einer durch den ID-Geber (3, 21) nach Empfang des Codesignals ausgeübten Aktion gestoppt und anschließend aus dem Schwingungszählergebnis der Abstand zwischen der Basisstation (2, 20) und dem ID-Geber (3, 21) ermittelt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß in einem ersten Schritt zur Abstandsbestimmung durch die Sende-Empfangseinheit (4) ein Befehl SENDER ID-GEBER EIN gesendet wird, woraufhin der ID-Geber (3) auf einer ersten Frequenz f_1 zu senden beginnt, daß in einem zweiten Schritt nach einer vorbestimmten Zeitspanne von der Sende-Empfangseinheit (4) auf einer zweiten Frequenz f_2 als Codesignal ein Befehl SENDER ID-GEBER AUS gesendet wird, mit welcher Befehlsaussendung die Schwingungszählung der durch die Sende-Empfangseinheit (4) empfangenen Trägerwelle gestartet und gestoppt wird, wenn durch die Sende-Empfangseinheit (4) der Basisstation (2) kein Sendesignal des ID-Gebers (3) mehr detektierbar ist.
4. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß von der Sende-Empfangseinheit der Basisstation ein Codesignal gesendet, dieses von dem ID-Geber empfangen und zurückgesendet wird, wobei die Schwingungszählung der Trägerwelle gestoppt wird, wenn das Codesignal vollständig von der Sende-Empfangseinheit wieder empfangen worden ist.
5. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß von der Sende-Empfangseinheit (22) der Basisstation (20) ein Codesignal gesendet und gleichzeitig eine erste Schwingungszählung der gesendeten Trägerwelle gestartet wird, welches Codesignal von dem ID-Geber (21) empfangen und zurückgesendet wird, wobei mit dem eingehenden von dem ID-Geber (21) zurückgesendete Codesignal eine zweite Schwingungszählung gestartet wird, und die zweite Schwingungszählung gestoppt wird, wenn durch die erste Schwingungszählung ein Zählerstand erreicht ist, der der doppelten Anzahl der dem Codesignal entsprechenden Schwingungen entspricht.
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Codesignal eine vorbestimmte Anzahl an Schwingungen einer Trägerwelle gesendet wird.
7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 2 bis 6, **da-**

durch gekennzeichnet, daß bei der Zählung der Schwingungen der Trägerwelle nur jede 2^x-te Schwingung gezählt wird.

- 5 8. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Antwortsignal von dem ID-Geber (ID) eine modulierte Trägerwelle gesendet wird, deren für die Modulation vorgesehene Größe (Frequenz und/oder Amplitude) mit dem von der Sende-Empfangseinheit gesendeten Fragesignal an den ID-Geber (ID) übermittelt wird, und daß nach Empfang des von dem ID-Geber (ID) gesendeten Antwortsignals durch die Sende-Empfangseinheit die Phasenlage des empfangenen und demodulierten Antwortsignals mit derjenigen des ursprünglich gesendeten Fragesignals verglichen wird.
- 10 9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Trägerwelle des Antwortsignals amplitudenmoduliert ist.
- 20 10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Fragesignal von der Sende-Empfangseinheit auf derjenigen Frequenz gesendet wird, die zum Modulieren des von dem ID-Geber (ID) auf einer anderen Frequenz gesendeten Antwortsignals verwendet wird.
- 25 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Fragesignal eine Codierung enthält.
- 30 12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein auf einer Niederfrequenzstrecke gesendetes Wecksignal zum Wecken des ID-Gebers (ID) das Fragesignal ist, mit dem die Trägerwelle des Antwortsignals amplitudenmoduliert wird.
- 35 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich die Frequenz des Fragesignals während seiner Sendedauer ändert.
14. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Fragesignal von der Sende-Empfangseinheit eine mit einem Mo-

dulationsgemisch aus einer oder mehrerer Modulationsvariablen modulierte Trägerwelle gesendet wird, mit welchem Modulationsgemisch nach einem Demodulieren des Fragesignals durch den ID-Geber (ID) das von diesem gesendete Antwortsignal moduliert wird.

5

15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Modulationsgemisch ein Frequenzgemisch verwendet wird, welches nach Empfang durch die Sende-Empfangeinheit bezüglich seiner ursprünglichen Frequenzanteile gefiltert wird, und daß der Schritt des Phasenvergleichens des ursprünglich gesendeten Fragesignals mit dem empfangenen Antwortsignal bezüglich der einzelnen, das Modulationsgemisch bildenden Frequenzanteile durchgeführt wird.

10

15

16. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Fragesignal von der Sende-Empfangeinheit eine modulierte Trägerwelle gesendet und nach Empfang des von dem ID-Geber gesendeten, gleichermaßen modulierten Antwortsignals durch die Sende-Empfangeinheit in einem Zeitpunkt (t_0) der Funktionswert der Modulationsfunktion der Modulationsvariablen des empfangenen Antwortsignals mit dem Funktionswert der Modulationsfunktion des ursprünglich durch die Sende-Empfangeinheit gesendeten Fragesignals verglichen und das Vergleichsergebnis zur Bestimmung des Abstandes der Basisstation von dem ID-Geber ausgewertet wird.

20

25

17. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß zum Vergleichen der beiden Funktionswerte der Schritt einer Differenzbildung der Beträge der zeitgleichen Funktionswerte der Modulationsvariablen durchgeführt wird.

30

18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet**, daß in Abhängigkeit von dem ermittelten Vergleichswert (Δf) in einem nachgeschalteten Schritt eine Bestimmung erfolgt, ob sich der ID-Geber innerhalb eines vorbestimmten Empfangsbereiches zur Basisstation befindet.

35

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich die Frequenz der für das Fragesignal vorgesehenen Trägerwelle (433 MHz) von derjenigen des Antwortsignals (868 MHz) unterscheidet.
- 5 20. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, daß die als Fragesignal vorgesehene Trägerwelle linear frequenzmoduliert gesendet wird.
- 10 21. Verfahren nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet**, daß das ID-Geber seitig demodulierte Fragesignal zum Modulieren einer von dem ID-Geber als Antwortsignal gesendeten modulierten Trägerwelle verwendet wird.
- 15 22. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, daß die als Fragesignal vorgesehene Trägerwelle amplitudenmoduliert gesendet wird.
- 20 23. Schlüssellose Zugangsberechtigungskontrolleinrichtung mit einer Sende-Empfangeinheit (4, 22, 48, 59, 74) sowie ein Steuer- und Auswerteglied (7, 30, 51, 68, 75) aufweisenden Basisstation (2, 20, B) und einem mobilen, eine Sende-Empfangeinheit (12, 36, 55) aufweisenden Identifikationsgeber (ID-Geber) (3, 21, ID) zum Überprüfen der Zugangsberechtigung einer den ID-Geber (3, 21, ID) mitführenden Person, mit welcher Basisstation (2, 20, B) eine Abstandsermittlung zum Bestimmen des Abstandes zwischen der Basisstation (2, 20, B) zum ID-Geber (3, 21, ID) durchführbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Basisstation (2, 20, B) Mittel zum Durchführen einer Relativbestimmung einer mit der Laufzeit eines Signales korrelierenden Signalcharakteristik zugeordnet sind, welche Mittel eine Detektionseinrichtung zum Detektieren der Signalcharakteristik, ein Glied zum Erfassen eines basisstationseitig überwachten Referenzcodesignales sowie ein Vergleichsglied zum Vergleichen der Signalcharakteristik des Referenzcodesignales im Zeitpunkt des Empfanges eines von dem ID-Geber (3, 21, ID) gesendeten Antwortsignales umfaßt.
- 25
- 30
- 35

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 22, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Verfahren im Rahmen einer schlüssellosen Zugangsberechtigungskontrolle eines Kraftfahrzeugs eingesetzt wird.

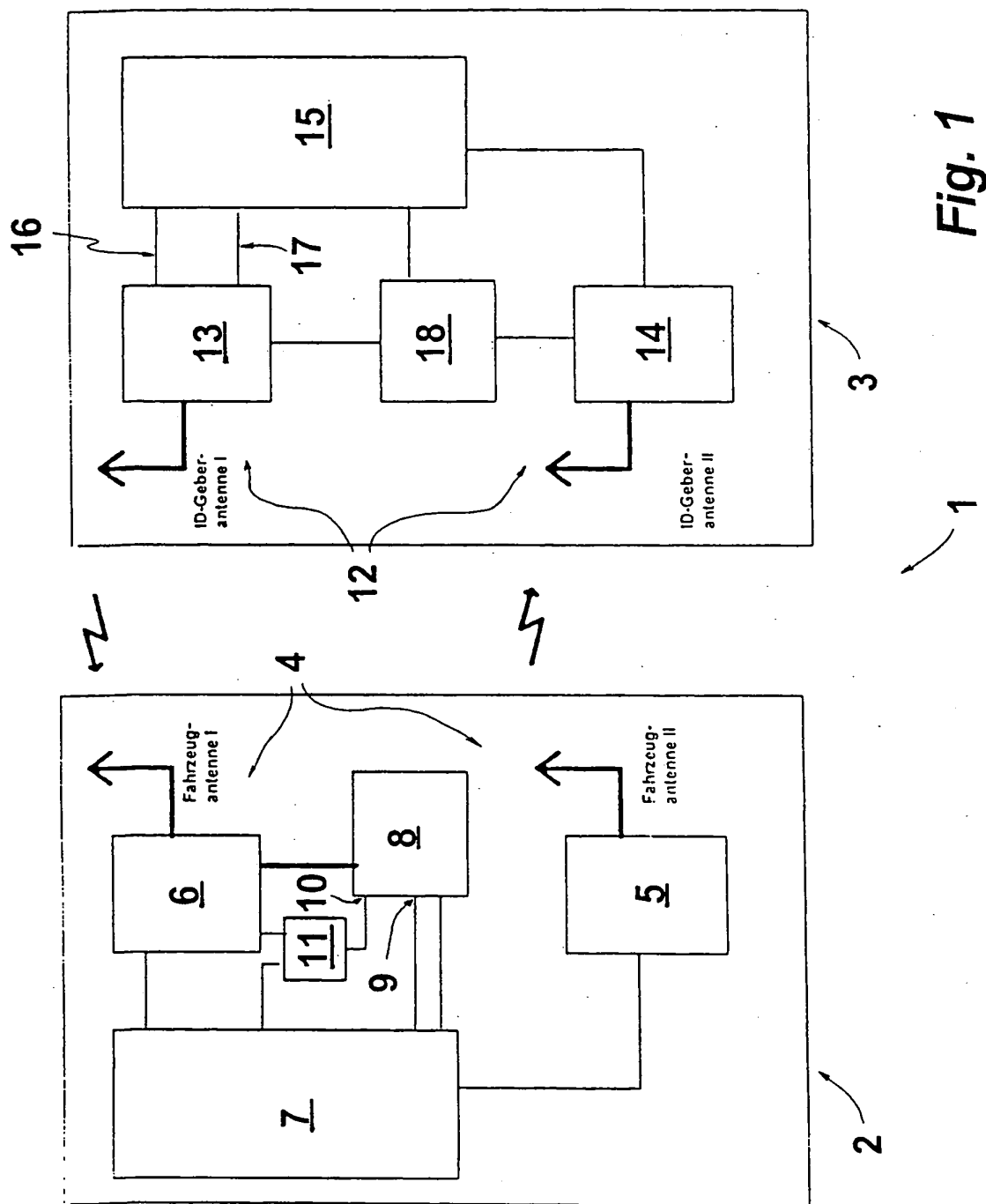
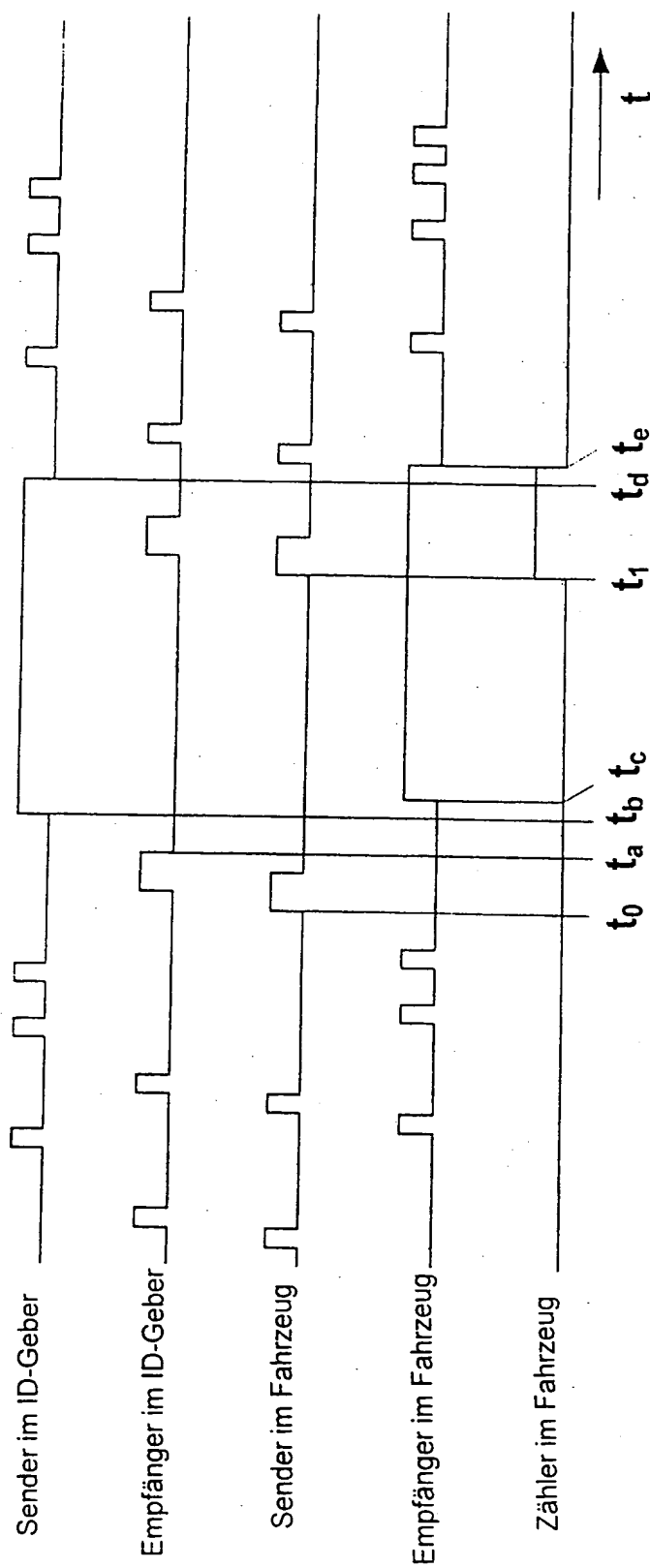


Fig. 1

**Fig. 2**

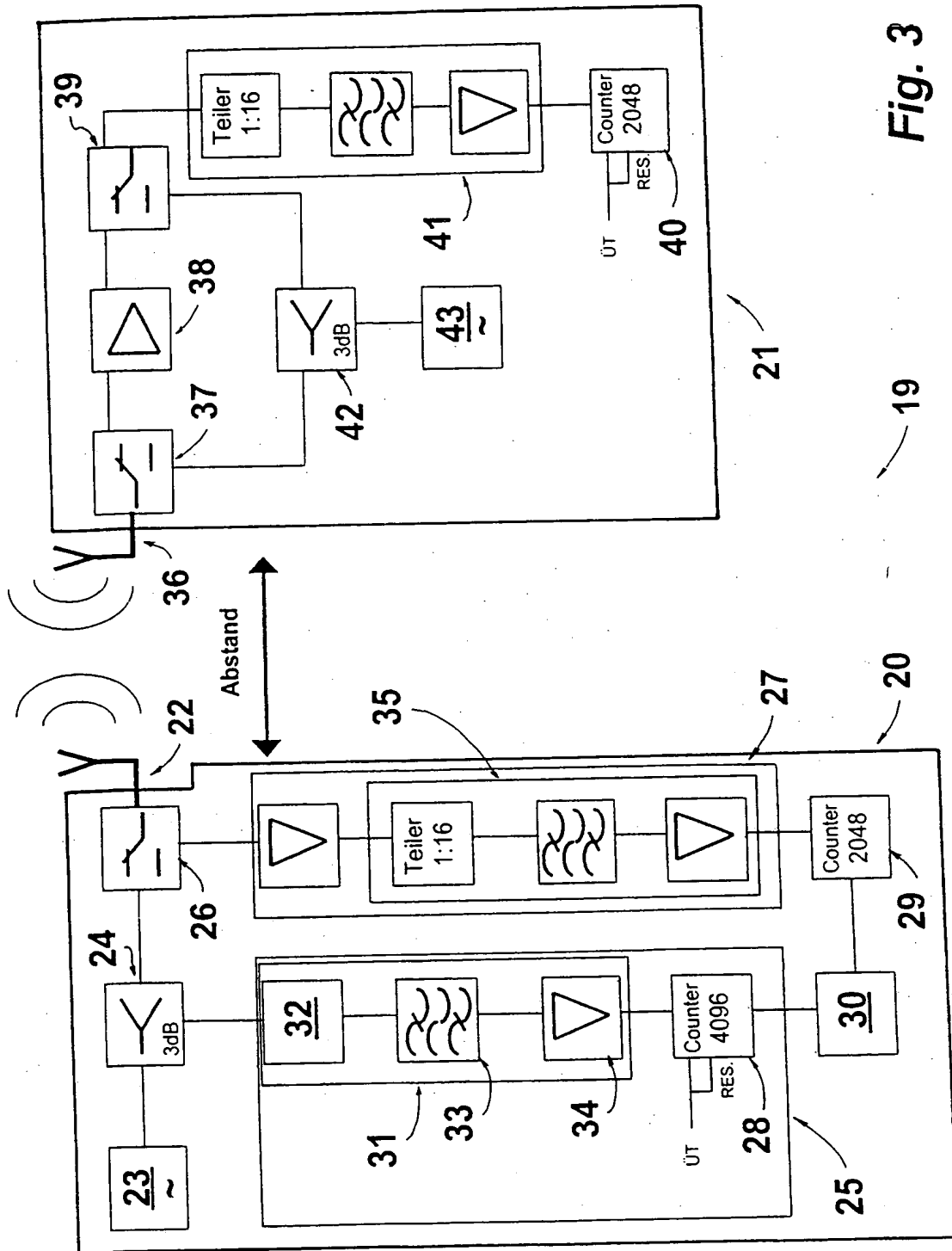


Fig. 3

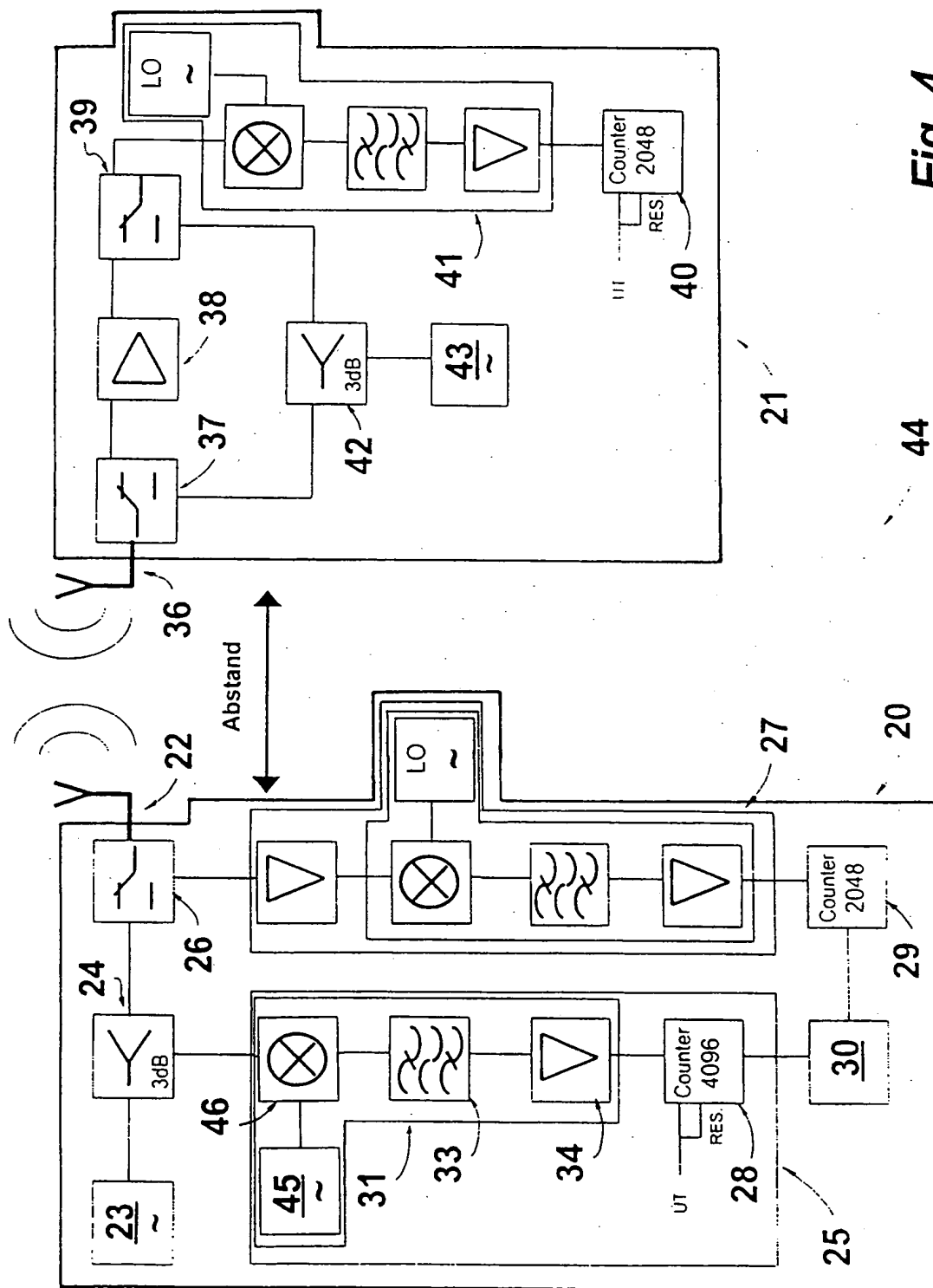


Fig. 4

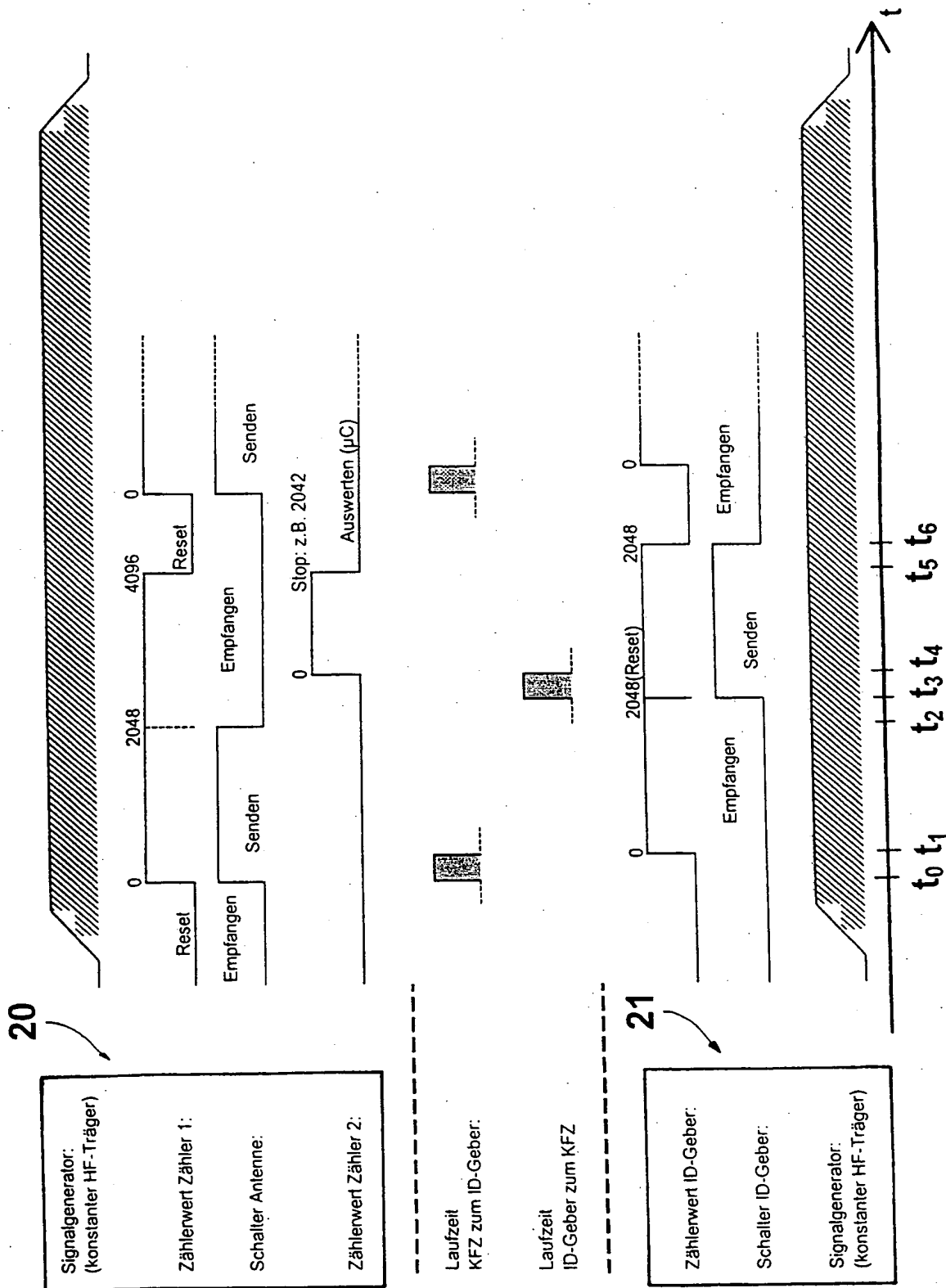


Fig. 5

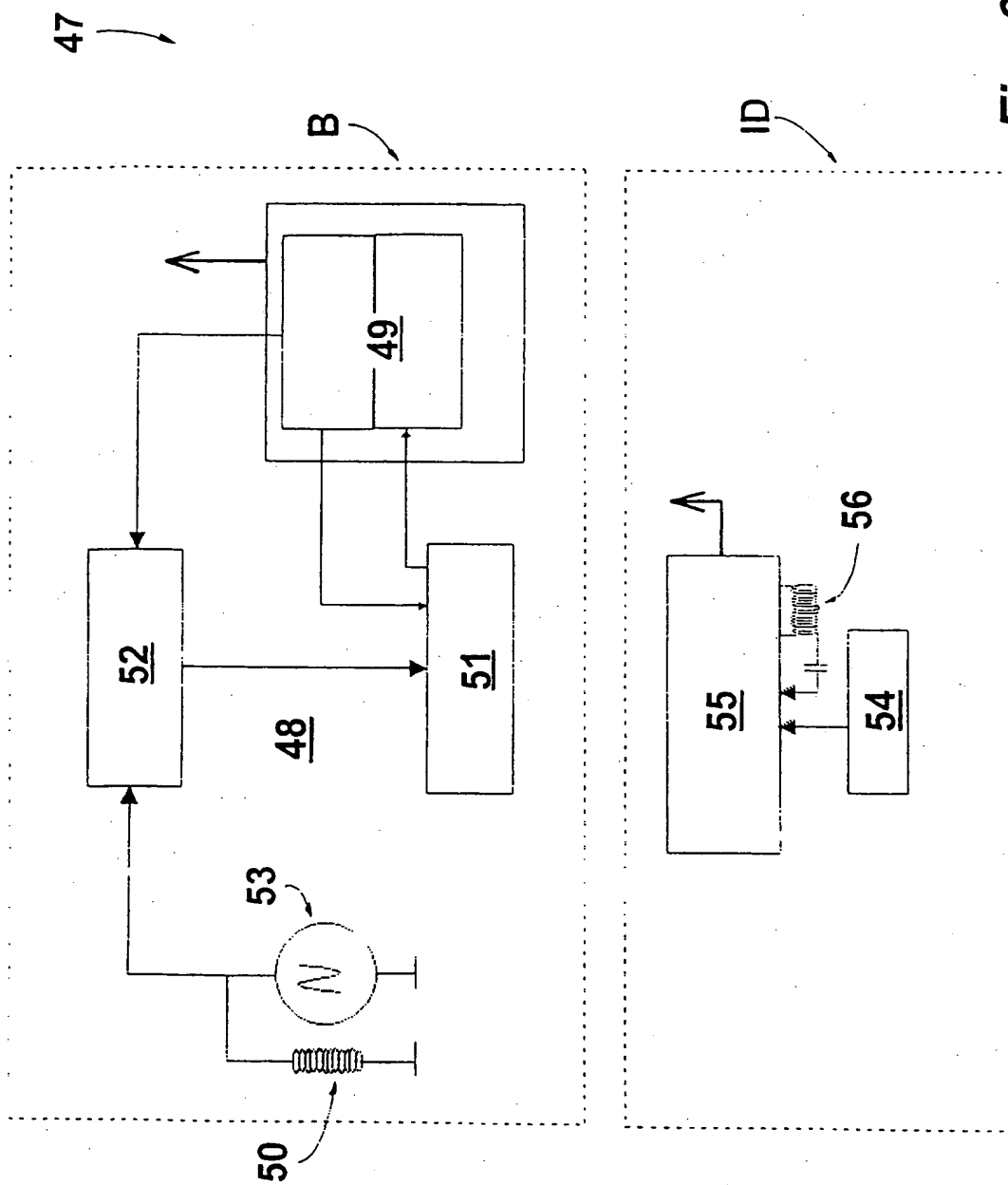


Fig. 6

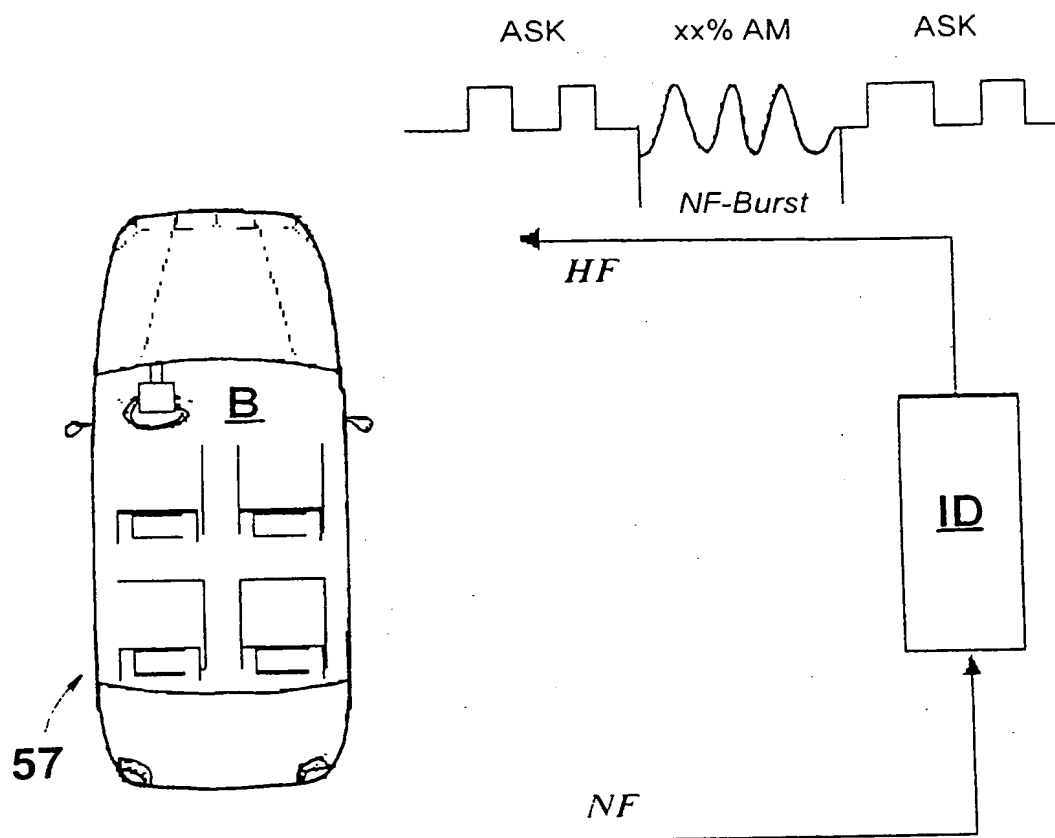
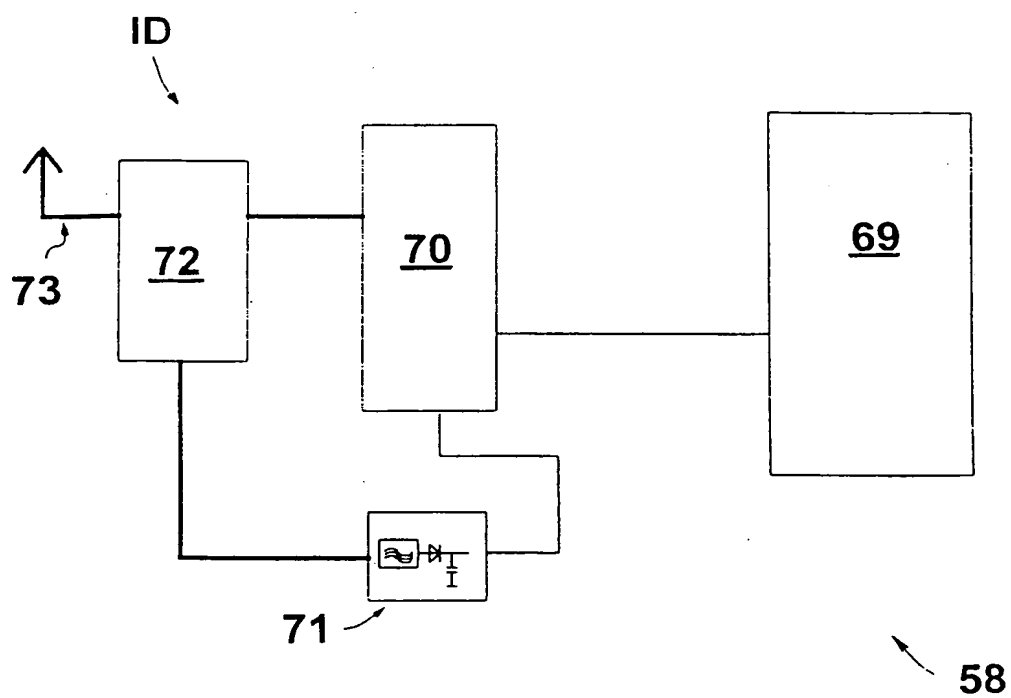
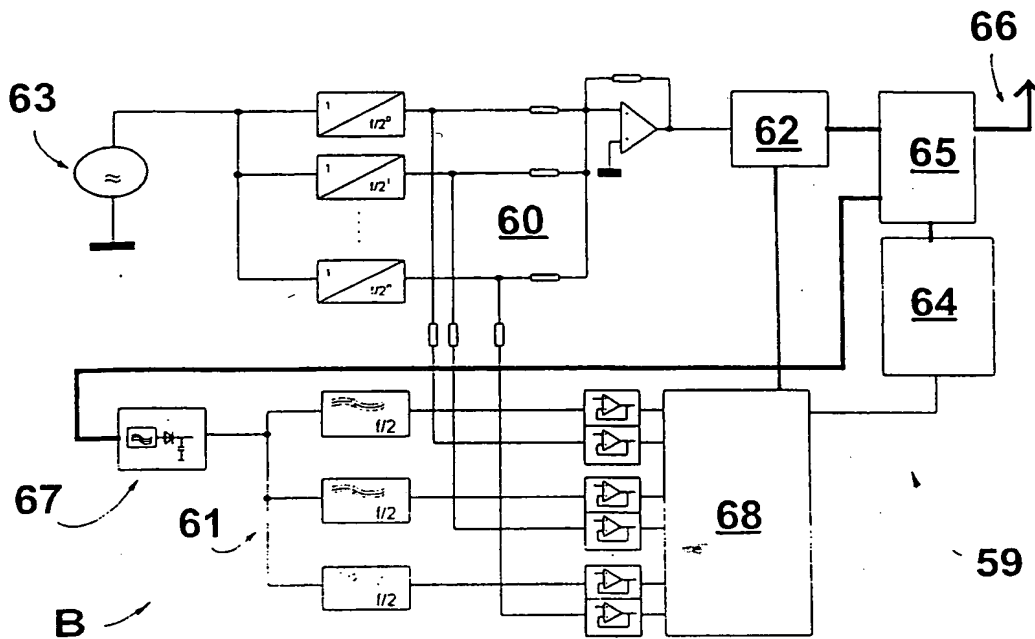
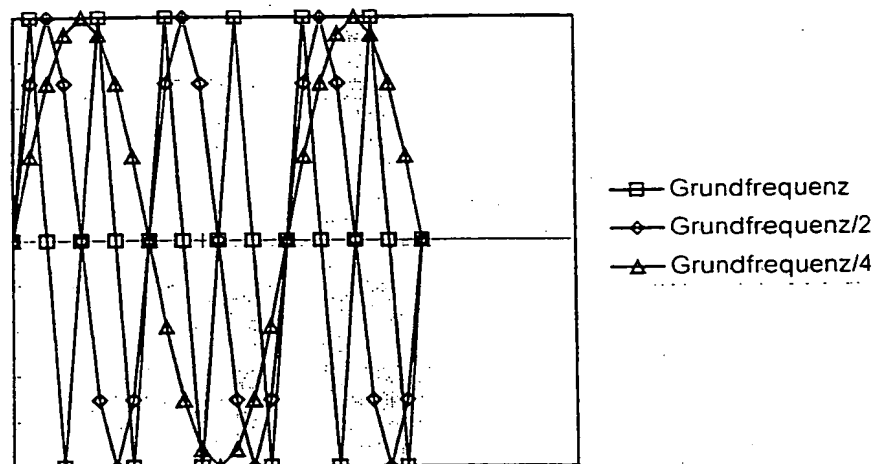
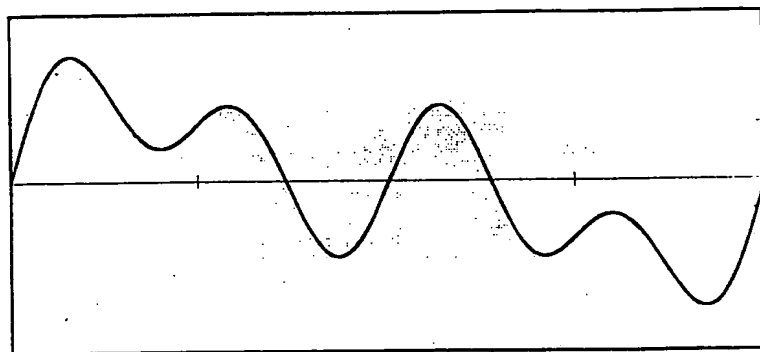
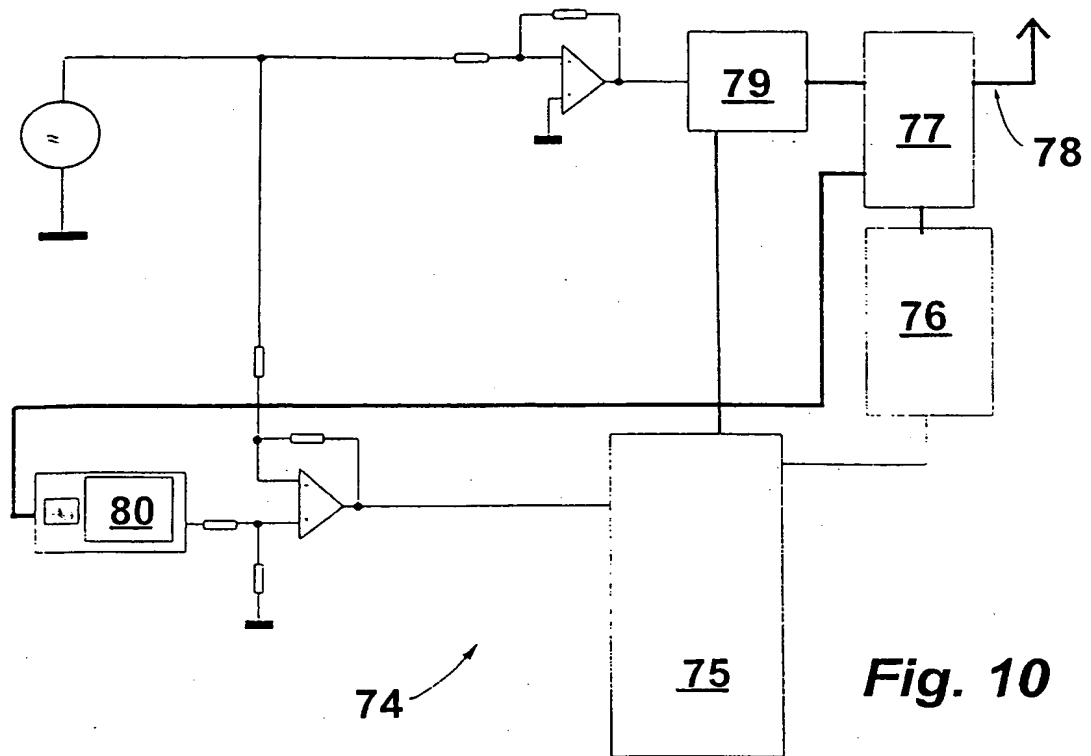
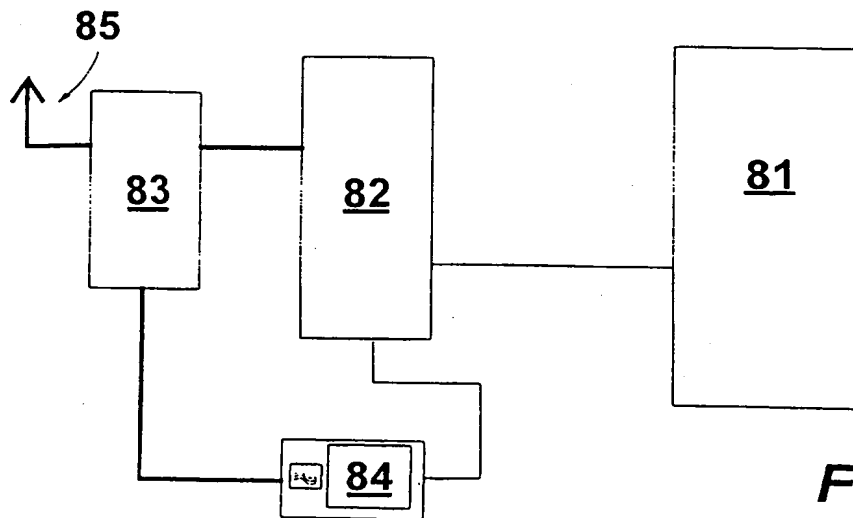
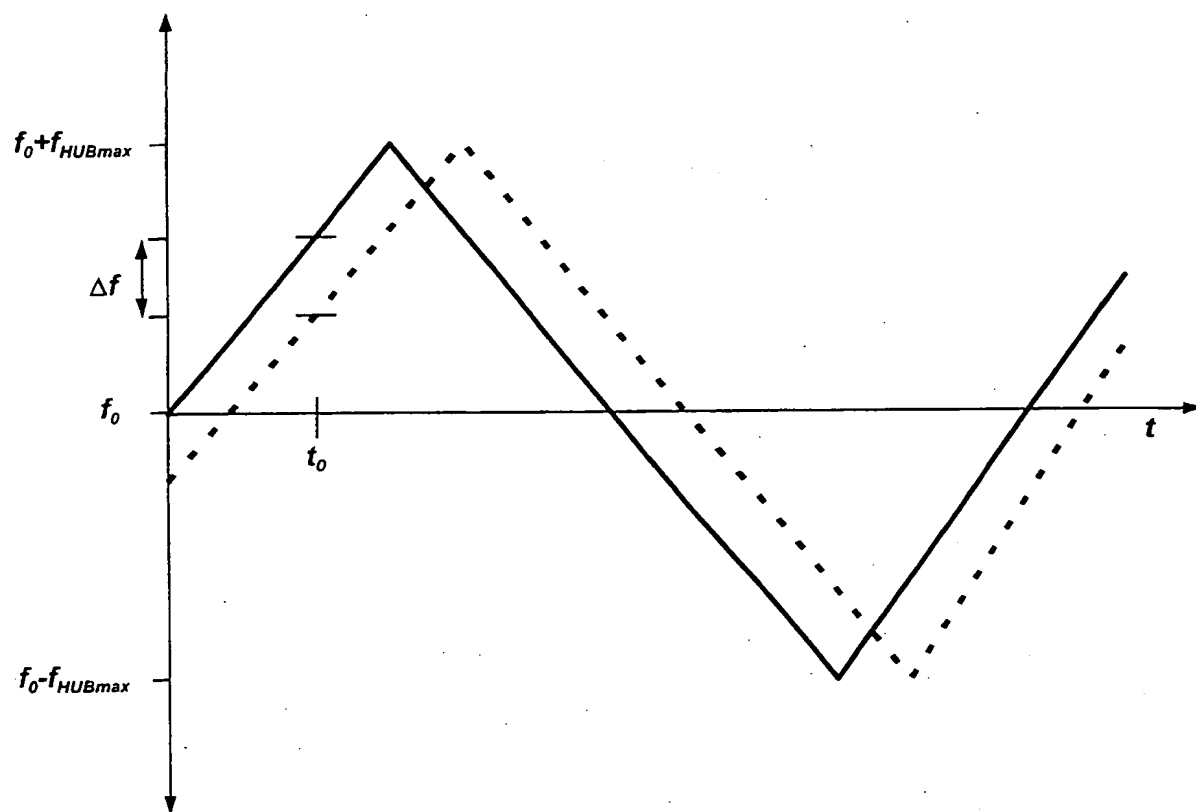


Fig. 7

**Fig. 8**

**Fig. 9a****Fig. 9b**

**Fig. 10****Fig. 11**

**Fig. 12**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter: nal Application No

PCT/EP 99/06072

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 E05B49/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 E05B G07C G06K B60R G01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 723 911 A (GLEHR MANFRED) 3 March 1998 (1998-03-03) abstract; figures column 4, line 47 -column 5, line 13	1,23
Y	---	2,8
Y	WO 91 10919 A (WATSON ROBERT CATHCART) 25 July 1991 (1991-07-25) abstract; figures page 9, line 17 -page 11, line 33	2
Y	US 4 454 512 A (MILLETT MICHAEL) 12 June 1984 (1984-06-12) abstract; claim ---	8
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 January 2000

Date of mailing of the international search report

13/01/2000

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Buron, E

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internal Application No
PCT/EP 99/06072

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 44 40 855 A (SIMONS OLIVER ; VOS LUDGER (DE)) 30 May 1996 (1996-05-30) abstract; figures 1,3 page 4, line 51 -page 6, line 22 ----	1,2,8,23
A	DE 196 32 025 A (DAIMLER BENZ AG) 2 April 1998 (1998-04-02) cited in the application abstract; figure 3 column 5, line 51 -column 6, line 33 ----	1,2,23
A	US 5 293 160 A (KUROZU TOMOTAKA ET AL) 8 March 1994 (1994-03-08) abstract; figures 5,6 column 12, line 1 - line 46 ----	1,23
A	US 5 432 516 A (RAYNUS ABEL ET AL) 11 July 1995 (1995-07-11) abstract; figures 1,2 column 2, line 17 -column 3, line 40 -----	16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 99/06072

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5723911	A	03-03-1998	DE 4409167 C AT 172042 T DE 59503820 D EP 0673003 A ES 2123170 T JP 7296211 A	29-06-1995 15-10-1998 12-11-1998 20-09-1995 01-01-1999 10-11-1995
WO 9110919	A	25-07-1991	NONE	
US 4454512	A	12-06-1984	EP 0020115 A WO 8002601 A JP 56500818 T	10-12-1980 27-11-1980 18-06-1981
DE 4440855	A	30-05-1996	NONE	
DE 19632025	A	02-04-1998	EP 0823520 A US 5983347 A	11-02-1998 09-11-1999
US 5293160	A	08-03-1994	JP 2757535 B JP 4038246 A JP 2507815 B JP 3148351 A JP 3148352 A DE 69029990 D DE 69029990 T EP 0426114 A US 5157389 A	25-05-1998 07-02-1992 19-06-1996 25-06-1991 25-06-1991 03-04-1997 12-06-1997 08-05-1991 20-10-1992
US 5432516	A	11-07-1995	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/06072

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 E05B49/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 E05B G07C G06K B60R G01S

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 723 911 A (GLEHR MANFRED) 3. März 1998 (1998-03-03) Zusammenfassung; Abbildungen Spalte 4, Zeile 47 - Spalte 5, Zeile 13	1,23
Y	---	2,8
Y	WO 91 10919 A (WATSON ROBERT CATHCART) 25. Juli 1991 (1991-07-25) Zusammenfassung; Abbildungen Seite 9, Zeile 17 - Seite 11, Zeile 33	2
Y	---	8
	US 4 454 512 A (MILLETT MICHAEL) 12. Juni 1984 (1984-06-12) Zusammenfassung; Anspruch	

	-/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

6. Januar 2000

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

13/01/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Buron, E

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inter nales Aktenzeichen

PCT/EP 99/06072

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 44 40 855 A (SIMONS OLIVER ; VOS LUDGER (DE)) 30. Mai 1996 (1996-05-30) Zusammenfassung; Abbildungen 1,3 Seite 4, Zeile 51 -Seite 6, Zeile 22 ----	1,2,8,23
A	DE 196 32 025 A (DAIMLER BENZ AG) 2. April 1998 (1998-04-02) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildung 3 Spalte 5, Zeile 51 -Spalte 6, Zeile 33 ----	1,2,23
A	US 5 293 160 A (KUROZU TOMOTAKA ET AL) 8. März 1994 (1994-03-08) Zusammenfassung; Abbildungen 5,6 Spalte 12, Zeile 1 - Zeile 46 ----	1,23
A	US 5 432 516 A (RAYNUS ABEL ET AL) 11. Juli 1995 (1995-07-11) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 Spalte 2, Zeile 17 -Spalte 3, Zeile 40 -----	16

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/06072

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5723911 A	03-03-1998	DE 4409167 C AT 172042 T DE 59503820 D EP 0673003 A ES 2123170 T JP 7296211 A	29-06-1995 15-10-1998 12-11-1998 20-09-1995 01-01-1999 10-11-1995
WO 9110919 A	25-07-1991	KEINE	
US 4454512 A	12-06-1984	EP 0020115 A WO 8002601 A JP 56500818 T	10-12-1980 27-11-1980 18-06-1981
DE 4440855 A	30-05-1996	KEINE	
DE 19632025 A	02-04-1998	EP 0823520 A US 5983347 A	11-02-1998 09-11-1999
US 5293160 A	08-03-1994	JP 2757535 B JP 4038246 A JP 2507815 B JP 3148351 A JP 3148352 A DE 69029990 D DE 69029990 T EP 0426114 A US 5157389 A	25-05-1998 07-02-1992 19-06-1996 25-06-1991 25-06-1991 03-04-1997 12-06-1997 08-05-1991 20-10-1992
US 5432516 A	11-07-1995	KEINE	